IDEI CONTEMPORANE

PLEDOARIE PENTRU VIAȚĂ

ALBERT SZENT-GYÖRGYI

EDITURA POLITICĂ

IDEI CONTEMPORANE

ALBERT SZENT-GYÖRGYI

Laureat al Premiului Nobel

PLEDOARIE PENTRU VIAȚĂ

Selecția textelor și prefață:
dr. ATTILA SZABÓ

Traducere din limbile maghiară și engleză :
EVA ȚUȚUI și dr. IULIA VAIDA

Control științific :
dr. docent I. F. DUMITRU

1981

EDITURA POLITICĂ

BUCUREȘTI

Coperta : VALENTINA BOROŞ

Prefață

Numele lui Albert Szent-Györgyi este binecunoscut biologilor din România atît datorită descoperirilor sale fundamentale din domeniul biochimiei, cît și cărții sale apărute acum două decenii la București cu titlul Bioenergetica [1]. *Este însă poate prea puțin cunoscută — chiar și pentru specialiști — viața și opera științifică, atitudinea profund umanistă a acestui remarcabil gînditor, savant deschizător de noi drumuri în interpretarea fenomenelor biologice.*

S-a născut la 9 septembrie 1893 la Budapesta, într-o familie cu mari tradiții intelectuale. Tînărul s-a înscris la facultatea de medicină din orașul său natal și aici, în laboratoarele unchiului său Mihály Lenhossék, renumit profesor de anatomie, a obținut deja ca student rezultate remarcabile în histologie, însă cariera lui științifică a fost întreruptă de primul război mondial. Ca ofițer în armata austro-ungară, pe front, își dă seama de adevăratul caracter, inuman, nedrept și zadarnic al războiului. Cu riscul de a ajunge în fața plutonului de execuție, se automutilează, scapă de armată și, după vindecare, începe o lungă peregrinare prin universitățile și laboratoarele de cercetare din Europa și America de Nord. În 1918 a lucrat la Bratislava, în 1919 la Praga, apoi la Berlin și în alte universități din Germania. Ulterior a lucrat timp de șase ani în Olanda, mai întîi ca asistent la Leiden, în continuare ca cercetător la Groningen — unde a făcut dealtfel și primele sale obser-

[1] A. Szent-Györgyi, *Bioenergetica*, Editura științifică, București, 1962.

vaţii referitoare la vitamina C. Anii de cercetare dau treptat şi roade.

În 1926, la invitaţia profesorului F.G. Hopkins, laureat al Premiului Nobel pentru cercetări vitaminologice, devine cercetător bursier la Universitatea din Cambridge, unde obţine şi diploma de doctor în ştiinţe. În 1928 izolează pentru prima dată acidul ascorbic şi încă de pe atunci întrevede identitatea acestei substanţe cu vitamina C. În scopul verificării acestei ipoteze îndrăzneţe, a lucrat un an în Statele Unite la Fundaţia Mayo din Rochester, dar n-a reuşit să obţină dovezi certe în sprijinul acestei presupuneri fascinante.

În 1931 se întoarce în Ungaria, urmînd să fie numit profesor universitar la Szeged (Seghedin). Aici, datorită unor împrejurări fericite, menţionate şi în fragmentele selecţionate în această carte, a reuşit să demonstreze în scurt timp identitatea acidului ascorbic cu vitamia C. Bazîndu-se pe această descoperire, în fruntea colectivului de biochimişti de la Szeged a elaborat metodele de izolare şi apoi metodele de sinteză pe cale industrială a acidului ascorbic. Vitamina C a devenit un medicament extrem de important. Concomitent au fost adîncite descoperirile referitoare la teoria oxidării biologice prin conturarea unuia dintre ciclurile biochimice fundamentale ale vieţii denumit ulterior în literatura biochimică din Ungaria ciclul Szent-Györgyi şi Krebs, *în accepţiunea mai generală* ciclul Krebs, *precum şi cele referitoare la unele substanţe şi interacţiuni de substanţe ce stau la baza activităţii musculare. În aceşti ani petrecuţi la Szeged a fost şi în Transilvania ; amintirea cursurilor lui este viu păstrată în memoria foştilor săi studenţi* [2].

În 1936 a fost invitat, ca profesor, la Universitatea Harvard, în 1938 a ţinut cursuri la Liège,

---

[2] Szilágyi István, *Szent-Györgyi Albert tanitványa voltam* (Am fost studentul lui Albert Szent-Györgyi), *A Hét*, Bucureşti, 1978, nr. 46, p. 9.

după ce în anul 1937 i se acordase Premiul Nobel pentru medicină.

În cursul celui de-al doilea război mondial, umanismul său profund și clarviziunea istorică l-au determinat să se situeze pe poziții opuse Germaniei hitleriste, care împingea Ungaria spre fascism. Din cauza participării sale la activități antifasciste ilegale a fost urmărit de siguranța horthystă.

După terminarea războiului s-a încadrat în munca de reconstrucție, a fost numit conducătorul Institutului de biochimie din Budapesta și președintele Academiei Ungare de Științe. Decepționat de metodele folosite în perioada cultului personalității, ce periclitau din ce în ce mai mult libertatea spirituală a oamenilor de știință, a părăsit Ungaria și s-a stabilit în Statele Unite ale Americii, în Woods Hole, Massachusetts, angajîndu-se în activitățile laboratorului de biologie marină. În această perioadă, bazîndu-se mai ales pe descoperirile făcute în Ungaria, mai precis la Szeged, în timpul profesoratului său, elaborează lucrările de sinteză despre biochimia și esența biologică a contracției musculare [3], apoi — ca o încununare a acestei perioade de creație științifică — publică cartea despre procesele bioenergetice. Szent-Györgyi era absolut conștient de caracterul novator al concepțiilor sale: „Nu am nici o îndoială că veacul nostru va fi martorul unei revoluții profunde în dezvoltarea biologiei, revoluție determinată de crearea unei biochimii bazate pe mecanica cuantică și suprapuse edificiului biochimiei de tip lucrețian. Cartea de față ar putea să fie prima rîndunică a acestei primăveri" [4].

Ideile privind lărgirea sferei biochimiei au fost dezvoltate în continuare în noua sa carte despre biologia submoleculară — Szent-Györgyi fiind considerat astăzi unul dintre fondatorii acestui domeniu nou de abordare a fenomenelor

[3] A. Szent-Györgyi. *Nature of life: A Study on Muscle*, New York, 1948.
[4] Szent-Györgyi, *Bioenergetics*, New York, 1957.

vitale[5]. *„Forța motrice a vieții o constituie de fapt electronii, mai precis acea energie pe care electronii o cedează în timp ce se prăvălesc ca o cascadă, de la nivelul înalt unde ajunseseră cu ajutorul inducției fotonice. Un electron care evoluează pe orbită este purtătorul unei cantități mici de curent electric. Astfel viața este activată de o cantitate minimă de curent, întreținut de radiația solară. Toată complexitatea metabolismului intermediar nu este decît o dantelărie în jurul acestui fapt fundamental". În contextul concepțiilor ecologice contemporane putem afirma cu convingere că toată complexitatea fenomenelor din biosferă — inclusiv sfera activităților umane — se bazează pe acest adevăr.*

Preocupat din anii tinereții de contradicțiile dintre diferitele aspecte ale activității intelectuale, el sintetizează în 1963 vederile sale privind raporturile existente între știință, etică și politică[6]. *Această carte a fost urmată de alte două volume, în care Szent-Györgyi caută răspunsuri la întrebarea : de ce marea majoritate a cercetărilor științifice, întreprinse cu scopul de a înălța, de a îmbunătăți viața umană, servesc în ultima instanță la distrugerea ei ?*[7] *Analizînd esența situației create pe la mijlocul secolului al XX-lea, conștient de responsabilitatea grea a omului de știință, a protestat vehement împotriva cursei înarmărilor. În perioada războiului din Vietnam a ajuns încă o dată în conflict grav cu concepțiile politice oficiale guvernamentale, de această dată cu concepțiile guvernului american.*

În ciuda greutăților create de oficialități, el a continuat cercetările cu sprijinul unei organizații independente de guvern (National Foundation of Cancer Research), *publicînd articole și cărți în care enunța rezultatele experiențelor și teoriilor sale referitoare la starea normală, să-*

[5] A. Szent-Györgyi. *Introduction to a Submolecular Biology*, New York, Londra, 1960.
[6] A. Szent-Györgyi, *Science, Ethics, Politics*, New York, Washington, Hollywood, 1963.
[7] A. Szent-Györgyi, *The Crazy Ape, Written by a Biologist for the Young*, New York, 1970.

nătoasă şi cea anormală, canceroasă a materiei vii [8]. *Ideea centrală a raţionamentului exprimat în ultima sa carte este că ontogenia materiei vii din fiecare celulă repetă de fapt filogenia, evoluţia materiei vii trecînd şi printr-o stare de înmulţire, caracteristică unei etape ancestrale a biogenezei — lipsită de lumină şi oxigen — cînd procesele metabolice nu determinaseră încă structurări rigide şi o creştere limitată. El consideră că de fapt şi astăzi există două stări, două modalităţi fundamentale de existenţă a materiei vii, una numită convenţional* stadiul *sau* starea alfa *şi alta numită* stadiul beta. *Proliferarea celulară canceroasă apare atunci cînd — din motive ce pot fi cu totul diferite — dezvoltarea normală a materiei vii în cursul ontogenezei celulare este dereglată şi trecerea de la stadiul alfa la stadiul beta nu se realizează ; sau chiar se realizează o reîntoarcere din beta în alfa. El presupune că aceste transformări, ce se petrec la nivelul unor cicluri vitale fundamentale, sînt legate prin excelenţă de stări energetice, de condiţiile de saturaţie electronică a proteinelor. În sprijinul ipotezei sale, Szent-Györgyi a identificat anumite substanţe — printre care şi acidul ascorbic — care acţionează la aceste niveluri submoleculare.*

Obţinerea acestor rezultate de importanţă teoretică şi aplicativă fundamentală presupunea o muncă perseverentă, zi de zi, decenii după decenii. Presupunea asalturi îndrăzneţe către necunoscut, retrageri înţelepte în faţa unor probleme care s-au dovedit mult prea complicate şi reluarea periodică în lumina noilor descoperiri a aspectelor încă neelucidate. Adevărul nu-şi croieşte singur drum, savantul trebuie să accepte şi confruntările cu specialiştii — aflaţi de obicei în majoritate — care se opun noilor idei. Szent-Györgyi însă — acceptînd să facă eforturi uneori aproape supraomeneşti — s-a putut bucura şi de satisfacţia supremă a omului de şti-

[8] A. Szent-Györgyi, *The Living State and Cancer*, New York, Basel, 1978

inţă : ideile sale îndrăzneţe, descoperirile fundamentale primite la început cu atîta scepticism s-au transformat treptat în cunoştinţe clasice aparţinînd tezaurului ştiinţei şi culturii universale.

Nu numai rezultatele sînt demne de admiraţie în această operă monumentală, dar şi atitudinea moral-spirituală a savantului, perseverenţa cu care a ocupat şi ocupă conştient şi consecvent poziţii progresiste, umaniste — dealtfel cititorul se va convinge singur, reîntîlnind de mai multe ori unele idei —, poziţii care reies cu prisosinţă din scrierile reproduse parţial şi în prezentul volum.

Caracterul progresist al unor idei formulate acum aproape 50 de ani, cum sînt cele legate de mecanismul oxidării biologice sau natura şi rolul acidului ascorbic — laureate cu premiul Nobel — sau cele referitoare la esenţa vieţii, abordate în spiritul concepţiei sistemice şi formulate concomitent cu teoria lansată de Bertalanffy (abordare generalizată numai în ultimele două decenii în ştiinţă), respectiv descoperirile făcute în timpul celui de-al doilea război mondial în domeniul contracţiei musculare, apoi în domeniul bioenergeticii sau în domeniul cercetării cancerului sînt deosebit de interesante şi pentru cititorul de azi, chiar dacă nu mai au actualitatea şi prospeţimea ce le-au caracterizat în momentul lansării lor. Progresul ştiinţei — accelerat şi retuşat adesea de înseşi ideile lui Szent-Györgyi — a modificat imaginea conturată anterior. Parcurgînd capitolele, cititorul va simţi că asistă la procesul de geneză a noilor idei, va fi cuprins de entuziasmul sau de ezitările atît de caracteristice creaţiei ştiinţifice, va înţelege mai bine mecanismul naşterii unei descoperiri.

Perspectivele deschise de Szent-Györgyi în biologie sînt explorate pentru moment numai în mică parte. Interesul faţă de acidul ascorbic, ca factor general vitalizant, este în continuă creş-

tere. Recent, Johan Bjorksten a publicat materiale privind presupunerea că acidul ascorbic este o substanță-cheie în două procese biologice fundamentale pentru omenire : îmbătrînirea și cancerul. Bjorksten, alături de Linus Pauling și de mulți alții, este de asemenea de părere că efectul acidului ascorbic nu se rezumă la rolul vitaminic, antiscorbutic. De exemplu, această substanță este indispensabilă și limfocitelor, care luptă împotriva infecțiilor sau împotriva invaziei celulelor canceroase. Astfel, din evaluarea necesarului de vitamină C numai pe baza efectului antiscorbutic (vitaminic), rezultă o subapreciere grosolană a nevoilor organismului (J. Bjorksten, 1979, Rejuvenation, 2, 33—36, Current Contents, 1980, 11, 20, 12).

Actualitatea deosebită a abordărilor originale în domeniul cercetării cancerului inițiate de profesorul Szent-Györgyi este demonstrată și prin fluxul de comunicări apărute în reviste științifice de mare însemnătate, referitoare la o altă substanță bioactivă — metilglioxalul, compus carbonilic specific, legat de proteinele structurale. Szent-Györgyi a participat și participă activ și în prezent alături de colaboratorii săi (Gábor Fodor, Ratnakar Mujumdar, Albert Szent-Györgyi, 1978, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 75, 9, 4317—4319, Biophysics) la munca de identificare a particularităților biochimice, biofizice, de cercetare a proprietăților fiziologice ale acestei substanțe.

Pomul se cunoaște după roade. Această maximă multimilenară exprimă un adevăr substanțial, sentința eternă a posterității în aprecierea omului creator, a celor care încearcă să fie de folos semenilor lor. Roadele activității lui A. Szent-Györgyi în biologie sînt de-a dreptul impresionante. El însă, conștient de pericolele ce pîndesc pe fiecare deschizător de drumuri, avertizează pe cititorul care încearcă să-l urmeze în îndrăznețele sale incursiuni prin fascinante domenii neexplorate : „Nu există decît o singură cale certă de a evita greșelile : să nu faci nimic,

sau măcar să nu cauţi să faci ceva nou. Aceasta poate fi însă, în sine, cea mai mare greşeală din toate. Cei aleşi să deschidă noi drumuri în ştiinţă fără să greşească sînt foarte puţini, iar autorul acestor rînduri cu siguranţă nu face parte dintre ei. Necunoscutul ne oferă un teren prea puţin sigur şi, aventurîndu-ne în el, nu putem aştepta decît cel mult ca eşecurile noastre să fie cît de cît onorabile". Cu acest risc calculat a căutat el cu perseverenţă căi noi în abordarea problemelor majore, acceptînd chiar şi simplificări excesive, dacă acest procedeu era de folos în dezvăluirea esenţialului. Ca omul să vadă ceva cu totul nou, spune Szent-Györgyi, trebuie să gîndească cu totul altfel decît au gîndit oamenii pînă la el. Numai aşa putem să realizăm dezideratul major al cercetării — să vedem ceea ce poate au văzut deja mulţi alţii, dar să gîndim ceva ce nu a trecut poate nimănui prin minte. Eseurile ştiinţifice şi social-filozofice din această carte sînt în bună parte asemenea experienţe ale gîndirii. Argumentaţia autorului are în primul rînd un rol inductiv, uneori chiar provocator, de declanşare a unei discuţii colective, contribuind astfel la progresul spiritual, la înaintare spre adevăr.

„Cu toţii trăim într-o colivie foarte strîmtă, în spiritul epocii noastre, *în care avem foarte puţină libertate de mişcare. Dacă în epoci diferite oamenii au gîndit în feluri diferite, aceasta s-a datorat nu faptului că colivia s-a lărgit, ci că s-a mişcat din loc". Lărgirea coliviei intelectuale — iată una dintre preocupările majore ale lui Szent-Györgyi. Eseurile de inspiraţie filozofică ce examinează fenomenul uman ne conduc de la analiza unui organ particular — creierul — la viziunea globală a biosferei : „Astronauţii ne-au adus imagini ale micii noastre planete. Nu era nici o urmă vizibilă de viaţă umană pe ea. Astfel, dacă ar fi să ne exterminăm, nu ar exista nici o diferenţă. Fără noi, globul nostru ar arăta*

chiar mai frumos şi mai verde şi nu ar exista nimeni care să verse o lacrimă... Oamenii nu pot avea un scop mai înalt decît să înnobileze viaţa, să creeze o lume fără foamete, teamă şi boli, o lume paşnică, în care să domnească decenţa... bunăvoinţa, armonia şi cinstea, condusă de înţelepciune şi pricepere".

Aceste fraze exprimă întocmai năzuinţele unui remarcabil savant, ale unui mare înţelept al tribului uman ce trăieşte pe planeta numită Pămînt.

Dr. ATTILA SZABÓ

NOTĂ ASUPRA EDIȚIEI

Culegerea de față intitulată de noi „Pledoarie pentru viață" cuprinde texte selectate din lucrările *Bioenergetics, The Living State and Cancer, Az élet jellege* și în special din volumul publicat în limba maghiară în 1973 la București [1]. La aceste materiale am adăugat un interviu cu Albert Szent-Györgyi realizat în 1974 de István Kardos de la televiziunea ungară. Atît la pregătirea ediției de la Kriterion, cît și în cazul prezentului volum, ambele edituri s-au bucurat de sprijinul binevoitor și deosebit de generos al lui Albert Szent-Györgyi. În alegerea textelor — dintre care unele pot fi deja considerate texte clasice în istoria biologiei, iar altele eseuri științifice accesibile unui public larg — am păstrat principiul adoptat la culegerea publicată în 1973 în Editura Kriterion; astfel am prezentat cercetătorul, savantul creator, pedagogul și omul politic în capitole separate, cu texte aranjate în secvențe pe care le-am intenționat logice, fără vreo ordine cronologică rigidă, fiecare text avînd sursa documentară corespunzătoare, atît cea după care s-a tradus, cît și cea originală. Acolo unde am considerat necesar am adăugat note de subsol.

Textele selectate în acest volum, care apare în colecția „Idei contemporane", reprezintă o mică fracțiune dintr-o operă științifică monumentală.

ATTILA SZABÓ

---

[1] Szent-Györgyi Albert, *Az élő állapot. Válogatott írások*, Kriterion Könyvkiadó Bukarest, 1973 — Culegere de texte (îngrijită de Szabó Attila) bazate pe ediția : Szent-Györgyi A., *Egy biológus gondolatai*, culegere și studiu introductiv de Straub F. Bruno, Budapest, 1970.

„Științele naturii au pus la dispoziția omului metode noi, cu ajutorul cărora problemele pot fi rezolvate sau se poate înainta spre rezolvarea lor. Procesul de cunoaștere este un proces nelimitat. Amenințările din lumea contemporană nu provin din faptul că nu se pot găsi răspunsuri la întrebările noastre, ci pentru că folosim răspunsurile în scopuri destructive, spre satisfacerea unor strădanii de supremație și opresiune. În consecință, aștept progrese istorice nu în cercetarea științifică, ci în domeniul făuririi unei etici noi, instaurarea unor raporturi și relații de tip nou între oameni".

Woods Hole, 29 mai 1972

ALBERT SZENT-GYÖRGYI

I

CERCETĂRI ȘI DESCOPERIRI

BAZELE OXIDĂRII BIOLOGICE *

Orice activitate a celulei reclamă o cheltuială, iar valuta organismelor vii în care celula trebuie să plătească este energia. Dacă n-ar exista energie în stare liberă, n-ar exista nici viaţă. Sursa unică a acestei energii este în ultimă instanţă radiaţia Soarelui. Această radiaţie însă nu acţionează în mod direct asupra dezvoltării vieţii ; dacă ar fi aşa, viaţa ar fi imposibilă în timpul nopţii. Energia radiantă este deci stocată, îngrămădită în minuscule pachete de către cloroplastele plantelor ce conţin clorofilă. Atunci cînd celula are nevoie de energie, nu utilizează radiaţiile, ci desface aceste pachete de energie, denumite molecule de substanţă nutritivă. Cele două reacţii fundamentale care caracterizează viaţa sînt : [1] prepararea acestor pachete şi [2] despachetarea lor.

$$\text{Energie} + n\,CO_2 + nH_2O = nO_2 + C_nH_{2n}O_n \qquad 1$$

$$C_nH_{2n}O_n + {}_nO_2 = nH_2O + nCO_2 + \text{Energie} \qquad 2$$

Reacţia a doua este inversarea celei dintîi. Dintre cele două reacţii, prima se efectuează numai de către celulele cu clorofilă, pe cînd reacţia [2] are loc în toate celulele, fie că ele se află la plante, la animalele ce se hrănesc cu plante (erbivore) sau la animalele (de pradă) care se hrănesc cu animale erbivore.

În această carte ne ocupăm de mecanismele celei de a doua reacţii (ecuaţia [2]).

---

* *A biológiai oxidáció alapjai.* în *Az élő állapot Válogatott írások*, Bucureşti, Editura Kriterion, 1973, p. 21—24. După *Studies on Biological Oxidation and Some of its Catalysts*, Acta Litterarium Ac. Scientiarium Universitatis Hung. Francisco Josephinae, Sectio Medicorum, Eggenberger, Budapesta, 1937, Barth, Leipzig, 1937.

O analogie cu locomotiva de aburi alimentată cu cărbune sugerează că esența acestei reacții ar consta în unirea C cu O_2 (oxidarea) ; carbonul ar alcătui scheletul întregii molecule, iar reacția sa cu oxigenul ar reprezenta o bogată sursă de energie, pe cînd particula $H_{2n}O_n$ (nH_2O) a moleculei nutritive nu ar reprezenta energie.

Descoperirea că lucrurile nu stau așa se leagă de numele lui H. Wieland și constituie unul dintre cele mai importante rezultate ale biochimiei moderne.

După Wieland, ale cărui concepții sînt susținute de o amplă literatură modernă, oxidarea moleculei nutritive constă în desprinderea atomilor de H de pe această moleculă. Întreaga moleculă de substanță nutritivă conține de fapt puțin hidrogen —, iar atomii de carbon sînt doar cuierele pe care sînt „agățați" atomii de H. Pentru a folosi terminologia lui Wieland, molecula de substanță nutritivă este un „donor de H". De aceea, în această carte voi numi substanța nutritivă simplificat „donor".

Primul mecanism este pus în mișcare de oxidarea H-ului cedat de către donor. La organismele superioare această reacție este sursa primară a energiei, care cunoaște așadar un singur combustibil : hidrogenul. Hidrogenul este combustibilul vieții.

Oxidarea H_2-ului în H_2O furnizează 68 000 calorii, fiind astfel una din reacțiile cele mai bogate în energie cunoscute de chimiști. Oxidarea biologică nu are ca scop pur și simplu eliberarea acestei energii, ci eliberarea ei în așa fel, încît să poată fi transferată la nivelul proceselor celulare consumatoare de energie (endergonice). Pentru mașina vie, energia transformată în căldură este energie pierdută.

Se pare că întreaga cantitate de energie ce s-ar elibera prin oxidarea unui atom de H ar fi prea mare pentru a fi dintr-o dată controlată de celulă. Celula are deci nevoie de o altă soluție. De aceea hidrogenul nu se unește imediat cu

oxigenul, unire ce ar elibera întreaga energie, ci este transferat treptat prin intermediul unei serii de substanţe la oxigenul molecular. Fiecare transfer este însoţit de eliberare de energie. Astfel H este oxidat treptat, iar eliberarea energiei se repartizează pe parcursul unui lung şir de reacţii.

Arderea treptată a atomului de H este unul din principiile de bază ale oxidării biologice, iar scopul lucrării mele a fost de a contribui la explicitarea acestui principiu.

Înainte se credea că oxigenul este magistrul atotputernic al oxidării, descompunînd prin efectul său oxidant moleculele nutritive. Teoria lui Wieland l-a redus la rolul mult mai modest de „acceptor de H". Oxigenul inhalat nu intră de loc în contact cu molecula de substanţă nutritivă. Nu întîlneşte nici măcar hidrogenul desprins de pe donor. Oxigenul îşi face apariţia doar într-o singură reacţie situată la unul din capetele unui lung lanţ de reacţii. Iar după acest debut va dispărea rapid de pe scenă, nelăsînd în urmă decît nişte modificări în electronii atomilor de fier. În consecinţă, O_2 din CO_2 expirat nu reprezintă O_2 inspirat, ci provine în parte din oxigenul conţinut în molecula de substanţă nutritivă şi în parte din moleculele de apă cu care donorul şi-a înlocuit atomii de H pierduţi.

Firește, aceste generalizări sînt valabile pentru respiraţie doar în ansamblul său. Pe alocuri, cîte un H îşi va găsi drumul către oxigen, iar cîte un oxigen spre vreo moleculă organică.

Fără îndoială însă, modul în care ne reprezentăm oxidarea a suferit modificări fundamentale. Înainte se credea că oxidarea biologică este reacţia reciprocă dintre substanţa nutritivă şi oxigen. Azi ne reprezentăm acest proces ca pe un lung lanţ de reacţii în cursul căruia se produce arderea hidrogenului. Problema centrală a oxidării biologice o constituie mecanismul acestei oxidări treptate a fiecărui atom de H. La

un capăt al lanţului de reacţii se află molecula de substanţă nutritivă care nu are altă funcţie decît să-şi cedeze atomii de H. La celălalt capăt se află O_2 care îşi oferă electronii. Scopul meu principal a fost de a contribui la cunoaşterea porţiunii de mijloc a acestui lanţ de reacţii.

1937

DESPRE VITAMINA C *

Primele observaţii asupra acidului ascorbic le-am efectuat la Groningen, în subsolul laboratorului de biologie. Izolarea acestei substanţe a devenit posibilă la Cambridge datorită ospitalităţii lui Sir F. G. Hopkins. Cantităţile mici necesare primelor analize chimice au putut fi preparate din varză, portocale şi glande suprarenale. Am putut arăta că formula generală a substanţei este $C_6H_8O_6$, am putut demonstra că se oxidează reversibil şi am dovedit că este unul din agenţii reductori omniprezenţi, fundamentali, ai celulelor vegetale. Din nefericire, plantele amintite permiteau doar prepararea unor cantităţi mici, nefiind corespunzătoare pentru prepararea acidului ascorbic în cantităţi mari. Cutreieram în zadar prăvăliile de legume. Nu găseam material potrivit pentru prepararea lui în cantităţi mari, lucru de care depindea progresul cercetărilor ulterioare privind rolul şi structura chimică a compusului. Singurul material corespunzător pentru prepararea în cantităţi mari era suprarenala, dar aşa ceva nu se găsea la Cambridge. Tocmai din acest motiv consider că a fost o mare favoare din partea profesorului A. Krogh de a fi încercat să mă sprijine trimiţîndu-mi cu avionul, din Danemarca, o cantitate mare de glande suprarenale, care însă, pînă au sosit, s-au alterat.

Pasul următor s-a putut face datorită invitaţiei generoase a Fundaţiei Mayo, precum şi ospitalităţii profesorului E. C. Kendall. Am avut

* *Ibidem*, p. 25—29.

la îndemînă material din marile abatoare ale Americii și, după ce am prelucrat sute de kilograme de suprarenale costisitoare, am ajuns să prepar circa 25 g de acid ascorbic.

Această cantitate mi-a îngăduit să pot studia din punctul de vedere al respirației vegetale substanța pe care o izolasem și să descopăr oxidaza acidului ascorbic. Am putut studia și efectul acidului ascorbic asupra bolii lui Addison. Dar cea mai importantă preocupare a mea era elucidarea configurației chimice a moleculei de acid ascorbic. Tocmai de aceea am împărțit substanța cu profesorul W. N. Haworth, care a manifestat de la început un viu interes pentru ea. Amîndoi am ajuns la aceeași concluzie : cantitatea pe care o aveam era insuficientă pentru realizarea chiar și a celui mai modest progres. Așadar substanța se epuizase și nu se întrezărea nici o speranță pentru obținerea unei noi cantități de substanță. Plantele menționate nu corespundeau ca punct de pornire, iar repetarea preparării din glande suprarenale se lovea de piedica unui cost prea ridicat. Deznădăjduit, am renunțat la continuarea cercetării. Nu-mi rămăsese decît foarte puțin acid ascorbic pe fundul unei eprubete.

Bănuiam de la început că acidul ascorbic este identic cu vitamina C, dar în cursul peregrinărilor mele nu am beneficiat de condiții pentru efectuarea unor experiențe cu vitamine și, pe lîngă aceasta, aveam o aversiune față de ele. Faima vitaminelor se datorează comportării lor paradoxale : ne îmbolnăvim dacă nu le consumăm, pe cînd alte substanțe ne îmbolnăvesc numai dacă le consumăm. Ce anume trebuie să conțină alimentația pentru a fi completă — iată o problemă care privește mai degrabă pe bucătar decît pe savant. În consecință, rezultatele vitaminologiei sînt deseori supraapreciate în raport cu însemnătatea lor științifică. În plus, caracterul de vitamină al acidului ascorbic nu

mai putea contribui la interesul său ştiinţific real, întrucît prezenţa şi importanţa sa în ţesuturile vegetale şi animale fuseseră demonstrate.

Doi ani mai tîrziu am fost „condamnat" să devin profesor şi am fost trimis la Seghedin, ca şef al catedrei de biochimie. În aceeaşi perioadă destinul mi-a scos în cale un colaborator destoinic în persoana lui I. L. Svirbely, care avea deja o oarecare experienţă în determinarea vitaminei C, dar totodată nutrea convingerea că acidul meu ascorbic nu putea fi acelaşi lucru cu vitamina C. Cu toate acestea, m-am folosit de ocazie ca să verific vechea presupunere ; l-am rugat să demonstreze că praful de pe fundul eprubetei mele nu este identic cu vitamina C. În noiembrie 1931 s-a convins pe deplin că este vitamina C. Pe atunci, şi Tillmans era preocupat de posibilitatea acestei identităţi. Noi nu am publicat rezultatele cîtă vreme nu am putut repeta experimentele pe un număr suficient de mare de animale. Concomitent, King şi Waugh au comunicat că au izolat din sucul de lămîie cristale cu proprietăţi antiscorbutice şi că acestea par a fi identice cu acidul ascorbic, numit în vremea aceea „acid hexuronic".

După ce a reieşit că acidul ascorbic este unul şi acelaşi lucru cu vitamina C, el a atras interesul general. Nu este însă prea folositor să ştim că o substanţă prezintă interes, dacă nu posedăm cît de cît o anumită cantitate din ea. Rezervele mele se epuizaseră şi nu se întrezărea vreo posibilitate de a o prepara în continuare. Pentru a-i putea stabili precis structura şi a desăvîrşi toate acele lucrări de chimie necesare demonstrării definitive a faptului că acidul ascorbic este într-adevăr vitamina C şi că activitatea vitaminică a cristalelor sale nu este doar consecinţa unor impurităţi, aveam nevoie urgentă de acid ascorbic în cantităţi mari.

Întîmplător, oraşul Seghedin era centrul industriei ungare de boia de ardei roşu. Mi se pare

că această legumă *(Capsicum annuum)* era aproape singurul produs vegetal pe care nu-l încercasem. În dărnicia sa, natura înzestrase ardeiul roşu de Seghedin cu cel mai minunat depozit de acid ascorbic. Am reuşit, în două serii succesive, să prepar din ardei roşu 3 kg, respectiv 0,5 kg cristale de acid ascorbic.

Din acest acid ascorbic L. Vargha a preparat acidul monoacetonascorbic care este inactiv ca atare, dar se cristalizează excelent. După cristalizări repetate a fost posibilă recîştigarea acidului ascorbic, menţinîndu-se şi pe mai departe întreaga sa activitate biologică. Aceasta era prima dovadă certă că acidul ascorbic este într-adevăr una şi aceeaşi substanţă cu vitamina C.

Am distribuit cea mai mare parte a stocului de acid ascorbic cercetătorilor ce aveau preocupări în această direcţie. Astfel, acest material a contribuit în mare măsură la descoperirea rapidă a structurii moleculei de acid ascorbic şi a deschis calea către prepararea sa pe cale sintetică. Deci, ardeiului roşu de Seghedin i se datoreşte în principal faptul că într-un interval remarcabil de scurt — în doi ani — vitamina C a ieşit de sub vălul misterului spre a pătrunde în imperiul produselor sintetice ieftine. Azi vitamina C este fabricată sintetic în cantităţi industriale la un preţ scăzut.

Cînd un cercetător constată că una din substanţele active de care se ocupă este o vitamină, faptul constituie pentru el într-un fel un mic dezastru : urmează să renunţe la liniştea muncii sale consacrate problemelor fundamentale, pentru a se dedica elaborării metodelor industriale şi preocupărilor monotone legate de aplicarea lor. Ani îndelungaţi de trudă sînt necesari pentru a face posibilă sintetizarea, ceea ce însă minimalizează ulterior întreaga creaţie anterioară. Aşa se încheie unul din acele cicluri de speranţe şi deziluzii din care se compune viaţa omului de ştiinţă.

Cu toate acestea, ardeiului îi datorez una din cele mai adînci emoţii trăite. Şi acum încerc un sentiment de sinceră recunoştinţă pentru generosul sprijin internaţional, pentru colaborarea şi atitudinea prietenească de care m-am bucurat în acele zile. Dacă acestea s-ar generaliza şi în politica internaţională, cu toţii am putea privi cu încredere spre viitor.

1937

VITAMINA P *

În capitolul precedent am vorbit împotriva vitaminelor şi am arătat de ce am alergat timp de cinci ani cu cristalele de acid ascorbic în buzunar fără a le fi experimentat efectul vitaminic. Am exemplificat altă dată felul în care o teorie greşită duce la rezultate pozitive. Acum aş dori să spun cîteva lucruri bune în legătură cu vitaminele, povestind de ce mi-a stat atîta la suflet cauza descoperirii naturii vitaminice a flavonelor. Voi da un exemplu referitor la o situaţie întîmplătoare şi la o eroare, care au dus în ultimă instanţă la o nouă descoperire.

Caracterul de vitamină al unei substanţe poate fi de o mare importanţă ştiinţifică. Prin vitamină înţelegem acea substanţă vegetală necesară animalelor, pe care însă ele nu şi-o pot produce, dar a cărei lipsă duce la îmbolnăvirea lor. Adesea, aceste îmbolnăviri ne ajută să descoperim existenţa substanţelor respective. Demonstrînd caracterul de vitamină al unei substanţe, dovedim totodată importanţa sa pentru animale şi prin aceasta unitatea din natura vie.

Pentru plante, coloranţii benzpirenici sînt de mare importanţă. În regnul vegetal iau naştere în fiecare an tone întregi de asemenea coloranţi. Nu este plauzibil ca aceste substanţe să nu prezinte importanţă pentru animale, deşi nu s-a reuşit demonstrarea prin metode chimice a prezenţei lor în celula animală. Astfel că nu puteam nădăjdui să demonstrez importanţa lor decît în cazul în care aceste substanţe ar fi fost

* *Ibidem*, p. 30—37.

întîmplător vitamine, iar lipsa lor ar fi dus la îmbolnăvire.

Ipoteza caracterului lor vitaminic mi-a fost sugerată de faptul că cealaltă substanţă — care în sistemul peroxidazei acţionează mînă în mînă cu flavonele — acidul ascorbic — este de asemenea o vitamină. Şansele de a demonstra efectul vitaminic erau însă minime.

Pentru acest experiment cobaiul părea a fi cel mai potrivit animal, iar regimul de scorbut, cel mai potrivit regim de alimentaţie, cu toate că animalele ţinute la regim de scorbut se simţeau bine dacă primeau acid ascorbic, ceea ce aparent dovedea fie că regimul conţinea flavonele respective, fie că animalele nu aveau nevoie de ele.

Primul indiciu că flavonele sînt probabil vitamine a apărut întîmplător. Pe la începuturile lucrărilor mele privind acidul ascorbic, am primit o scrisoare de la un medic suferind de hemofilie, o gravă predispoziţie la hemoragie. Îmi cerea acid ascorbic, pentru a-i încerca efectul asupra propriei sale boli. Neavînd pe atunci încă suficient acid ascorbic, i-am trimis ardei conservat (Vitapric).

Omul s-a vindecat. Mai tîrziu am repetat experienţa cu acid ascorbic pur : nu a avut efect.

Acest lucru dădea loc la presupunerea că un alt principiu era responsabil de efectul obţinut. Izolarea acestui principiu ar fi însemnat o muncă fără speranţe dacă în mintea mea n-ar fi încolţit pe undeva ideea naturii vitaminice a flavonelor. Am început să izolez din zeama de lămîie fracţiunea de flavonă pe care noi am numit-o citrină, iar prietenul meu I. Rusznyák şi colaboratorii săi, Armentano şi Bentsáth, au încercat-o pe bolnavi. Substanţa s-a dovedit eficace, vindeca purpura hemoragică (vasculară) şi restabilea starea normală a capilarelor cu fragilitate şi permeabilitate crescute patologic în diferite boli. Din fericire, fragilitatea şi permeabilitatea capilarelor puteau fi măsurate cu des-

tulă exactitate prin metodele lui Borbély şi Landis. Puteau fi net delimitate acele îmbolnăviri în care capilarele reacţionau la citrină (purpura hemoragică, nefrită, stări septice, nefroză, poliartrită) de acelea în care citrina se dovedea ineficace (diabet, tuberculoză).

Efectul de acest tip pleda în favoarea caracterului vitaminic, dar nu constituia o dovadă. Dovada caracterului vitaminic putea fi obţinută prin experienţe pe animale şi aşa s-a întîmplat ca o eroare să ne vină în ajutor.

Încurajaţi de observaţiile clinice, am încercat, în pofida şanselor noastre precare, să aflăm ce acţiune are citrina asupra cobailor ţinuţi la regim de scorbut. Rezultatul a fost cu totul neaşteptat. Citrina administrată în aceste condiţii, pe lîngă faptul că a dus la prelungirea duratei de viaţă, a împiedicat şi pierderea rapidă în greutate şi a diminuat hemoragiile. Diferenţele faţă de martori erau evidente, iar aceasta pleda pentru caracterul de vitamină al citrinei. De aceea am denumit substanţa noastră vitamina P [1].

Deosebirea dintre animalele-martor şi cele care primiseră citrină părea destul de mare pentru a fi utilizată ca metodă de apreciere, astfel că am putut stabili cu ajutorul ei datele fundamentale privind vitamina P. Bentsáth a arătat că pentru eficacitate este esenţială inte-

---

[1] Am denumit-o vitamina P din cauza permeabilităţii şi din cauza cuvîntului *paprika*, în limba maghiară, ardei. Am mai avut un motiv pentru a alege litera P — care nu era litera din alfabet care urma în materie de denumire a vitaminelor : mi-am dat seama că activitatea legată de vitamine e plină de capcane şi speram ca, în cazul în care n-aş fi reuşit pînă una, alta să demonstrez caracterul de vitamină al citrinei, acest lucru să se întîmple înainte ca vitaminologia să ajungă la litera P şi astfel lucrările mele să nu producă încurcături. Ştiam de asemenea că vitaminologii ortodocşi aveau să se enerveze de saltul meu prin alfabet.

Bineînţeles, ar fi totuşi o greşeală grosolană să considerăm vitamina P vitamina „permeabilităţii". După cum ar fi fost greşit dacă Burr şi Burr ar fi atribuit substanţei descoperite de ei numele de vitamina „anti-pierderea cozii". Burr şi Burr au arătat că şobolanul îşi pierde coada dacă din alimentaţie lipsesc anumiţi acizi graşi. Evident, rolul acestor acizi nu este păstrarea cozii la locul său, după cum nici funcţia vitaminei P nu este să menţină capilarele în bună stare. Faptul că în lipsa acestei substanţe capilarele se îmbolnăvesc este o altă problemă.

gritatea moleculei glucozidice, agluconele (coloranți lipsiți de zaharuri) sînt inactive, dar nu toți membri seriei fenilbenzpirenilor sînt activi. Ambii componenți ai citrinei, hesperidina și glucozizii eriodictiolici, s-au dovedit deopotrivă de activi (Bentsáth, Rusznyak și Szent-Györgyi). Cvercetina însă, flavona cea mai răspîndită, s-a dovedit ineficace în experimentele noastre, în ciuda faptului că altminteri posedă efect farmacologic. Cvercetina se deosebește de eriodictio-glucozid numai prin dubla legătură dintre atomii 2 și 3 de carbon precum și prin gruparea hidroxil prezentă la al treilea atom de carbon. Această foarte mică diferență în moleculă este suficientă pentru ca efectul să înceteze. Toate acestea erau similare în cazul lipocromilor, unde numai cîțiva dintre membrii unei mari grupe sînt activi ca provitamine. A. Bentsáth a stabilit cu aproximație și doza zilnică necesară de citrină, cca 0,2—0,4 mg, întrucît 1 mg citrină avea efect maxim, pe cînd 0,2 mg avea efect submaximal. Spre deosebire de unele vitamine, vitamina P, ca și acidul ascorbic, nu are efect în cantități de micrograme. Lămîia conține aproximativ de cinci ori mai mult acid ascorbic decît citrină. Doza zilnică de acid ascorbic este aproximativ 1,5 mg, cam de cinci ori mai mare decît cea de citrină.

Deci, experiențele noastre au dus la rezultate valoroase și au clarificat aspecte fundamentale. Ele aveau un singur neajuns, care însă era considerabil. În cadrul aceleiași serii, experiențele dădeau rezultate concordante, dar efectele nu puteau fi reproduse identic în diferitele serii experimentale. Metoda de apreciere era delicată și se pare că mai interveneau și elemente neidentificate. Unul din acești factori era legat, după cercetările lui Bentsáth și Das, de calitatea alimentelor administrate animalelor de laborator înainte de experiment. Însă nici alimentația corectă nu a fost în măsură să asigure identitatea rezultatelor. Pe măsură ce experiențele înaintau, deveneа din ce în ce mai

puţin pregnantă diferenţa dintre animalele din lotul martor şi animalele din lotul experimental ce primeau citrină. Nici în cursul unor experienţe ulterioare citrina nu a fost capabilă să înlăture hemoragiile, iar apoi să împiedice pierderea ponderală şi în sfîrşit nu a putut prelungi viaţa animalelor decît cu o săptămînă, în loc de două săptămîni.

Într-un alt laborator unde, la cererea noastră, au fost repetate aceleaşi experienţe pe un număr mare de animale, nu s-au constatat nici un fel de diferenţe. Toate acestea erau derutante. Aşa că nu am fost surprinşi nici atunci cînd Zilva şi-a publicat rezultatele negative obţinute în experienţe cu hesperidină.

Am efectuat un mare număr de experienţe pentru a găsi cauza acestei situaţii contradictorii. Pînă la urmă Bentsáth a constatat că s-a strecurat probabil o eroare de lucru, fără de care însă n-am fi ajuns niciodată la datele obţinute. După Bentsáth, diferenţele dintre rezultate se datorau probabil faptului că regimul scorbutogen administrat mai conţinea încă urme de acid ascorbic, prea puţin însă pentru a influenţa cît de cît evoluţia scorbutului. Se pare că animalul este în stare să utilizeze flavonele numai în prezenţa acidului ascorbic, măcar sub formă de urme, sau, privit din unghiul opus, urme de acid ascorbic nu pot fi utilizate decît în prezenţa vitaminei P.

Sistemul peroxidazei oferă o explicaţie simplă celor de mai sus. Huszák a arătat că acidul ascorbic şi flavonele participă la acelaşi lanţ de reacţii. Dacă acest lucru este valabil la animale, atunci ar fi de presupus că una din substanţe nu poate fi activă în lipsa totală a celeilalte. Deci flavona nu-şi poate desfăşura pe de-a-ntregul activitatea în lipsa acidului ascorbic. Şi probabil nici acidul ascorbic nu poate acţiona fără o cantitate cît de mică de flavonă [1].

[1] Acidul ascorbic se descompune mult mai uşor decît hesperidina, iar regimul alimentar al animalelor cu scorbut conţine probabil urme de vitamina P.

Sînt conştient de dificultăţi şi incertitudini. Primii paşi într-un domeniu nou comportă şovăieli şi erorile pot fi evitate doar dacă nu lucrăm, sau dacă ocolim domenii necercetate.

Oricare ar fi explicaţia, rămîne valabil faptul că în anumite condiţii vitamina P este deosebit de activă : prelungeşte perioada de supravieţuire, împiedică pierderea în greutate şi preîntîmpină parţial simptomele scorbutice, în primul rînd hemoragia. Nădăjduim că se va găsi curînd o metodă mai bună pentru evaluarea vitaminei P, deşi nu se cunosc încă pe deplin factorii care influenţează rezultatele.

Mai rămîne valabil un aspect. Această cercetare a aruncat o lumină nouă asupra acţiunii unui grup de substanţe, îmbogăţind arsenalul medicilor în lupta împotriva îmbolnăvirilor[2].

Autorul a preparat o mare cantitate de citrină pentru a fi distribuită acelor clinicieni care doreau cu ardoare să experimenteze vitamina. Aceste experienţe nu puteau, firesţe, să clarifice problemele aplicărilor terapeutice. Asemenea probleme reclamă experienţă îndelungată, iar aceste prime încercări nu erau suficiente decît pentru a atrage atenţia asupra utilităţii substanţei cu care lucram. Efectul asupra rezistenţei şi permeabilităţii capilarelor este absolut evident. De asemenea, este convingător efectul terapeutic în cazul predispoziţiei la hemoragii în diateza hemoragipară de tip vascular. Are efect şi asupra unor hemoragii interne de origină necunoscută (intestinale, renale, gingivale), dar se pare că acţiunea nu se limitează la hemoragie. Au fost remarcabile rezultatele înregistrate în cîteva cazuri de nefrită acută (A. Lajos), ceea ce ar putea duce în final la utilizarea vitaminei P în toate cazurile cu risc de nefrită. Experienţa existentă în privinţa stări-

[2] Substanţa era utilizată mai ales intravenos. Hesperidina, una din componentele citrinei, neflind solubilă, nu este injectabilă deoarece poate da complicaţii periculoase. Cealaltă componentă însă — eridictiolglucozidul — este solubilă, poate fi injectată fără vreun efect dăunător. Caracterul compusului impune a nu se folosi fracţiuni de miligrame, urmînd ca doza zilnică să fie între 25—200 mg.

lor septice şi a poliartritei este greu de evaluat, totuşi constatările nu pot fi considerate descurajatoare.

Am făcut aceste remarci doar în speranţa că ele vor stimula clinicienii în experimentarea pe scară mai largă a vitaminei P, întrucît numai o experienţă bogată va permite stabilirea indicaţiilor definitive.

Acţiunea vitaminei P în organism poate fi elucidată doar printr-o asiduă muncă de cercetare. Primele experimentări ale lui Huszák arată că această vitamină nu se acumulează şi nu se descompune în mod perceptibil în organismul animal. Totuşi, după cum a observat Armentano lucrînd în secţia lui Rusznyák, vitamina P trebuie administrată organismului uman timp de mai multe zile pînă cînd excreţia se declanşează şi ajunge la apogeu. Acest fapt arată larga răspîndire a avitaminozei P. Se pare că la bolnavii febrili (cu poliartrită), cărora li s-au administrat cantităţi mari de vitamina P, excreţia se produce instantaneu, aceştia nefiind capabili să reţină substanţa.

1937

SĂNĂTATEA, BOALA ŞI VITAMINELE *

În capitolul precedent constatam că vitamina P vindecă anumite tendinţe la hemoragie. Cu aceasta afirmam ceva surprinzător, dacă nu chiar derutant. La şcoală învăţasem că vitaminele au acţiune favorabilă doar în stările de avitaminoză. Alimentaţia bolnavilor hemoragici nedeosebindu-se cu nimic de alimentaţia obişnuită, nu aveam nici un motiv să presupunem că acea stare patologică ar fi fost de fapt o avitaminoză. În acest caz vitamina P trebuie privită ca un mijloc terapeutic, farmacologic activ, acest fapt fiind iarăşi în contradicţie cu concepţia unanim admisă.

Am putea ignora cazul vitaminei P, considerîndu-l o simplă curiozitate, dacă în ultimul timp cercetarea clinică nu ar fi acumulat multe observaţii asemănătoare. Izolarea şi sinteza diverselor vitamine permit administrarea lor parenterală în cantităţi relativ mari, în caz de boală. Acest mod de administrare a vitaminelor a dus la observaţii surprinzătoare. Apar relatări despre acţiunea favorabilă a vitaminei C în congestia pulmonară şi în miastenie, a vitaminei B în nevralgii, nevrite, şi chiar în nevrite alcoolice. Aminteam că vitamina P are o acţiune similară în nefrita acută şi în stări septice, restabileşte rezistenţa şi permeabilitatea capilarelor. Să fie oare toate aceste stări avitaminoze ? Imposibil ! Sau joacă vitaminele în aceste cazuri rolul de substanţe cu acţiune terapeutică specifică ? Aceasta pare de asemenea imposibil.

---

* *Ibidem*, p. 38—45.

Ipotezele noastre conţin, cu siguranţă, o eroare fundamentală.

Cred că originea confuziei rezidă în faptul că experienţele pe animale ne-au indus în eroare. Experienţele pe animale ne-au ajutat să fundamentăm cunoştinţele noastre despre vitamine, dar în problema mult mai delicată a sănătăţii şi bolii ne-au îndreptat pe un făgaş eronat. Am greşit cînd am numit „sănătate" starea în care animalul nu suferea de scorbut, beri-beri etc. Am vorbit de sănătate cînd o duzină de animale adăpostite în cuşti se dezvoltau corect. Pe scurt, părerea mea este că scorbutul sau beri-beri reprezintă nu primele semne de boală, ci sindroame precedînd moartea. Oprirea creşterii înseamnă tot o gravă deteriorare a sănătăţii. Este o cale lungă de la sănătatea deplină pînă la primele tulburări ale dezvoltării sau la apariţia primelor simptome de scorbut...

În consecinţă, există o mare deosebire între cantitatea de vitamină suficientă pentru a preveni scorbutul şi cantitatea necesară pentru menţinerea stării de sănătate optimă. Cred că această avitaminoză parţială este foarte răspîndită şi cuprinde majoritatea omenirii. Aş numi „sănătate deplină" acea stare în care sănătatea nu ar mai avea cum să fie îmbunătăţită, cînd rezistenţa la influenţe nocive este maximă, solicitările sînt suportate cu cea mai mare uşurinţă, iar capacităţile se manifestă plenar. Despre sănătatea deplină putem afla prea puţin de la o duzină de cobai ţinuţi într-o cuşcă închisă. Omul care trăieşte în condiţiile civilizaţiei poate fi asemuit cu aceste animale ferite de toate şi de orice. El poate să se simtă bine şi să nu manifeste nici cel mai mic semn de avitaminoză, totuşi va fi învins dacă brusc este pus să lupte cu o infecţie, să înfrunte o rănire sau dacă vreun organ sau sistem, de exemplu sistemul capilar, suferă o deteriorare. Rezultatul acestei înfrîngeri va fi numit de medici „congestie pulmonară" sau „nefrită" şi ei vor preamări efectul terapeutic al vitaminelor. De fapt însă, folosind

vitaminele nu facem altceva decît să plătim naturii o veche datorie, oferind organismului ce i se cuvine, ceea ce îi trebuie pentru a funcţiona fără piedici.

Rezumînd : doza zilnică necesară de vitamine nu este acea cantitate care este necesară pentru prevenirea scorbutului. Extrapolînd cele spuse de Sir John B. Orr, cantitatea de vitamine trebuie mărită pînă cînd mărirea în continuare a dozelor nu mai ameliorează sănătatea. Aceasta este doza zilnică corectă, care asigură sănătatea deplină, aşa cum am definit-o mai sus.

Ca om al experimentărilor, voi încerca să demonstrez caracterul necorespunzător al experimentului pe animale printr-un experiment pe animale. Cu cîţiva ani în urmă, Jeney şi Gugyi au făcut o comunicare despre acţiunea favorabilă a acidului ascorbic în difteria experimentală. De atunci experienţele respective au fost extinse, iar azi este unanim admis că cobaii sănătoşi (fără scorbut) pot fi apăraţi împotriva toxinei difterice cu ajutorul unor doze masive de vitamina C. Această observaţie este foarte asemănătoare cu observaţiile clinice relatate mai sus. Explicaţia corectă a acestor date nu este că acidul ascorbic ar fi o antitoxină, ci că a fost o greşeală să considerăm drept normale, sănătoase nişte animale care nu sufereau de scorbut. Faptul că acidul ascorbic măreşte rezistenţa împotriva difteriei, înseamnă că măreşte starea de sănătate a animalului. Sănătatea care mai poate fi ameliorată nu este „sănătate deplină". Această experienţă nu a arătat altceva decît că pentru a menţine cobaiul în stare de „sănătate deplină" este necesară administrarea unor doze masive de vitamina C.

În sprijinul acestei afirmaţii pot aduce şi cifre. Experienţele lui S. S. Zilva arată că pentru menţinerea animalelor în condiţii perfecte era necesară administrarea zilnică a 2 mg acid ascorbic. Totodată el a observat cu mirare că pentru saturarea maximă a animalelor era ne-

cesară o cantitate de zece ori mai mare de acid ascorbic şi s-a întrebat dacă saturaţia maximă este oare necesară stării de sănătate. Deci, le-a dat mai puţin. Doza de 20 mg acid ascorbic pe zi pentru un cobai pare mult prea exagerată dacă doza pentru un om este 25—50 mg. Animalele creşteau minunat cu 2 mg pe zi, deci Zilva se gîndea că saturaţia maximă este un lux. Dacă însă ar fi administrat animalelor toxină difterică, ar fi constatat probabil că cele saturate cu acid ascorbic rezistă mai bine decît cele tratate cu 2 mg pe zi şi ar fi ajuns la concluzia că acea stare de sănătate care mai comportă ameliorare nu poate fi cea maximă.

Să ne punem însă întrebarea dacă 20 mg acid ascorbic pe zi înseamnă într-adevăr o cantitate de neconceput pentru un cobai ? Dar mai întîi să lămurim o altă problemă : ce reprezintă o vitamină, şi de ce acidul ascorbic este vitamină pentru cobai şi nu este vitamină pentru iepure ? Pentru cobai, în mediul său de origine tropical, veşnic înverzit, acidul ascorbic este asigurat din belşug în tot cursul anului. Cu fiecare frunză consumată, organismul este inundat de acid ascorbic. În natură nu există lux. Cobaiul, neavînd nevoie să-şi prepare acidul ascorbic, nu mai ştie cum să procedeze. Iepurele nu-şi poate permite aşa ceva, căci, în condiţiile climei noastre, iarna, cînd nu consumă plante verzi şi nu poate obţine pe cale naturală acidul ascorbic, ar muri de scorbut.

Astfel, incapacitatea cobaiului de a-şi sintetiza acidul ascorbic reprezintă un aspect al modului cum s-a adaptat la mediu. Toate animalele se adaptează la mediul lor şi acest lucru este firesc. Pentru cobai, vegetaţia verde înseamnă, sub aspectul „mediului“ nutritiv, hrană de-a lungul întregului an. Un cobai mic de 300 grame consumă zilnic aproximativ 120 grame de verdeţuri. Acestea conţin aproximativ 20—60 mg acid ascorbic, canitate care, după Zilva, este necesară pentru menţinerea animalelor în stare de

saturație. Aceasta este totodată cantitatea de acid ascorbic capabilă să protejeze cobaiul față de difterie și să-l mențină în stare de sănătate deplină, continuarea măririi dozei de acid ascorbic dincolo de acest nivel nemaiameliorînd rezistența și nemaisporind concentrația de acid ascorbic în organism. Nu se poate face altceva decît saturarea animalului cu acid ascorbic. Mă aștept ca la un moment dat să reiasă că doza zilnică recomandabilă din fiecare vitamină este de fapt acea cantitate de vitamine pe care animalul o consumă în mediul său natural. De cîte ori citesc despre „acțiunea terapeutică" a vitaminelor mă frămîntă problema ce s-ar fi întîmplat cu oamenii bolnavi dacă ar fi avut suficiente vitamine înainte de a se îmbolnăvi ? Este mai lesne să previi, decît să vindeci boala, iar dacă bolnavii ar fi primit destule vitamine, probabil că s-ar fi menținut sănătoși.

Toate acestea ne-au condus la cea mai importantă și mai complicată problemă care m-a preocupat dintotdeauna ca cercetător.

Mi-am început studiile cu medicina și am petrecut cinci ani cercetînd miile de boli de care suferim noi, oamenii. Alți 20 de ani am lucrat ca biochimist, admirînd minunata complexitate, precizie, armonie și adaptabilitate din natura vie. Aș fi vrut să aflu, înainte de toate, unde rezidă contradicția : să fie oare omul singura ființă imperfectă, care supraviețuiește doar datorită unor mijloace artificiale puse în aplicare de propria-i genialitate ? Sau organismul nostru, nefiind mai puțin perfect decît al altor ființe vii, nu este însă utilizat în scopul pentru care a fost pregătit ?

Consider că răspunsul la aceste probleme prezintă interes nu numai din punct de vedere afectiv sau filozofic. Răspunsul ar putea influența strădaniile depuse pentru ameliorarea sănătății, reducerea suferinței, extinderea fericirii.

Sînt convins că natura nu construiește niciodată asemenea sisteme imperfecte cum pare a

fi organismul uman. Conform legilor vieţii, un asemenea sistem nu ar putea dăinui.

Sînt încredinţat că orice fiinţă trebuie să fie perfectă şi strict adaptată mediului său, altminteri piere. În realitate, fiinţele nu numai că se adaptează la mediu, ci chiar fac parte din mediu. Limitele vieţii sînt trasate de cantitatea substanţelor azotoase. Acest cadru este mereu aproape plin cu substanţă vie. Senzaţia aparentă a individualităţii ne induce însă grav în eroare, întrucît fiecare sistem viu constituie o parte a mediului său exterior, reprezintă o formă temporară a materiei chemate la viaţă. Animalul ce trăieşte în junglă este doar o celulă, o rotiţă dinţată a aparatului mai mare, jungla, în care se angrenează perfect. Orice imperfecţiune în această îmbinare aduce cu sine distrugerea nemiloasă a animalului.

Am convingerea că organismul omului este tot atît de perfect ca şi al animalelor, semenii noştri, iar aparentele deficienţe provin dintr-un dezacord între structura sa şi mediul înconjurător. Omul nu s-a format pe caldarîmul marilor oraşe. Formarea sa a durat un timp foarte lung, ani nenumăraţi, în mijlocul unei jungle, iar adaptarea a avut loc strict în raport cu acea junglă. Civilizaţia noastră este nouă şi încă nu şi-a pus pecetea asupra organismului omenesc. Dacă vrem să fim sănătoşi, trebuie să asigurăm organismului nostru condiţiile corespunzătoare mediului în care s-a format.

Firește, nu este cazul să ne întoarcem în junglă. Dar ştiinţa este menită tocmai să ne ajute în a găsi factorii esenţiali ai mediului şi a-i aduce în casele noastre. Aceşti factori sînt multipli : cantitatea radiaţiilor, puritatea aerului, nivelul de zgomot, intensitatea efortului muscular, scăderea pericolului infecţiilor etc. etc.

Cea mai importantă legătură între organism şi mediu este cu siguranţă alimentaţia. Sub forma alimentelor, mediul pătrunde în organism şi-l străbate, la propriu. Fără îndoială, în coordona-

rea acestor legături, vitaminele reprezintă unul dintre cei mai însemnați factori.

Sînt convins că dacă am repune organismul uman în mediul în raport cu care s-a format, ar funcționa cu aceeași perfecțiune ca și organismul celorlalte ființe. Boala este expresia lipsei de armonie între organism și mediu. Peștele se simte rău pe uscat, iepurele, în apă. Totul depinde de mediul la care s-a adaptat organismul în cursul dezvoltării.

Cred cu tărie în perfecțiunea organismului uman și gîndesc că vitaminele sînt factori importanți în coordonarea cu mediul înconjurător.

Interpretate și utilizate corect, vitaminele vor sprijini ușurarea suferințelor într-o măsură în care astăzi nici mințile înzestrate cu cea mai bogată fantezie nu și-o pot încă imagina.

1937

STRUCTURA CHIMICĂ A MUȘCHIULUI *

Scopul biologiei este de a înțelege viața. Aceasta însă nu poate fi despărțită de materie ; viața în sine nu există, de aceea nu o putem studia în sine. Ceea ce numim viață și ceea ce putem studia nu constituie altceva decît manifestările vieții, anumite reacții ale materiei, cum ar fi respirația și înmulțirea. Una din cele mai simple și ancestrale manifestări ale vieții este mișcarea. În corpul nostru instrumentul mișcării este mușchiul, căruia i-am consacrat ultimii opt ani de studiu. Cercetările mele se referă în primul rînd la mușchii striați ai vertebratelor, astfel că la ei mă voi limita în cele ce urmează.

Mușchiul ca obiect de studiu oferă biologului avantaje deosebite. Funcționarea sa este vizibilă cu ochiul liber și se poate măsura cu mijloace relativ grosolane, se petrece cu repeziciunea exploziei și este însoțită de modificări energetice și chimice intense, care pot fi înregistrate mult mai bine decît funcționarea lentă a organelor parenchimatice. Toate acestea au făcut ca mușchiul să devină obiectul clasic al cercetării biologice, iar fiziologia mușchiului să constituie, pînă pe la 1900, o parte considerabilă a fiziologiei. De fapt poate că este indiferent ce organ studiem, oricare din ele ne conduce către legile simple, fundamentale ale vieții. Oricît de diferite vor apărea funcțiile diverselor organe, ele sînt în esență doar aplicări ale acelorași legi fundamentale simple, adaptate unor scopuri diferite.

Dacă vom tritura un mușchi și vom prepara

* *Ibidem*, p. 49—69. După *Orvasok Lapjar* nr. 11/1947.

din el un extract apos, atunci o fracțiune mică a proteinelor va trece în soluție, partea cea mai mare a acestora rămînînd în reziduu, sub formă gelatinoasă, semisolidă. Cele două părți se separă destul de net. Analiza coloidochimică arată că particulele proteinelor solubile în apă au formă sferică, globulară, iar ale celor insolubile sînt fibrilare, în formă de filamente sau bastonașe.

Una din consecințele formei sferice este mobilitatea. Asemenea particule nu constituie structuri și ele sînt folosite în natură acolo unde este necesară o mobilitate mare și o vîscozitate redusă, ca cea din lichidul tisular și fluidul celular. Particulele în formă de bastonașe se mișcă greu, dar se îmbină cu ușurință spre a forma structuri. Acolo unde este nevoie de structură, natura o construiește folosind particule fibrilare.

În acest domeniu chimia proteinelor a fost victima unei erori specifice. Cercetătorii au studiat cu precădere, de la început, proteinele mai ușor extractibile (din ser, lapte, albuș de ou), fără să-și dea seama că în felul acesta atenția lor era limitată la proteinele globulare.

Astfel, ceea ce numim noi azi chimia proteinelor este mai curînd chimia acestor proteine globulare relativ simple. Structura vitală de bază a fost neglijată. În aceste construcții de importanță esențială particulele fibrilare sînt atît de strîns legate, încît nu pot fi descompuse fără a fi denaturate. Astfel, ele nu au fost accesibile studiului direct. Singura excepție o constituie mușchiul. În acest caz, datorită funcției mecanice, diversele particule sînt în așa fel îmbinate, încît ele pot fi descompuse printr-o intervenție chimică relativ inofensivă. De aceea, studiul proteinelor musculare insolubile reprezintă o nouă epocă în biochimie, deoarece ne oferă pentru prima dată ocazia de a cerceta legitățile însăși ale structurii fundamentale a vieții.

Înainte de a apela la metode chimice, să vedem ce ne arată microscopul.

Mușchiul striat este format din fibre de cca 0,1 mm grosime. O asemenea fibră este de fapt un fascicol format din alte firișoare mai mici, fibrile, de cca 0,001 mm grosime. Fibrilele ocupă mai mult de jumătate din volumul fibrei. Printre ele se află o mare parte din proteinele globulare solubile, fibrilele fiind semisolide, gelatinoase. Acestea sînt elementele contractile ale mușchiului. Mușchiul se contractă deoarece fibrilele se scurtează.

În anii din urmă, prin descoperirea microscopului electronic, limita inferioară a vizibilității a crescut de o sută de ori. Putem pătrunde pînă în lumea moleculelor. În mîinile lui Hall, Jakus și Schmitt, microscopul electronic arată că fibrilele sînt la rîndul lor niște fascicole formate din fibre și mai mici, de 50—250 Å (0,000005—0,000025 mm), pe care le voi numi protofibrile.

Dacă protofibrilele ar trece prin fibra musculară direct și fără întrerupere, aceasta ar prezenta o difracție uniformă pe toată lungimea. În realitate, în fibra musculară alternează segmente A intens polarizate și segmente izotrope I. Aceste striațiuni au dat biologilor multă bătaie de cap.

O explicație satisfăcătoare au găsit recent M. Gerendás și G. Matoltsy, care au arătat că segmentele izotrope conțin o proteină fibrilară a cărei difracție este opusă substanței fibrilei, neutralizîndu-și astfel reciproc polarizarea. Dacă extragem protofibrilele din fibre, polarizarea pozitivă devine negativă, iar striurile anterior izotrope devin polarizate, în timp ce precedentele striuri Q vor fi acum izotrope. Cu cîțiva ani în urmă arătasem, în colaborare cu Ilona Banga, că mușchiul conține și o proteină fibrilară ce polarizează cu semn contrar față de substanța contractilă. De ce această organizare segmentară ? Iată o întrebare deosebit de interesantă la care însă nu mă pot opri acum. Trebuie amintite totuși lucrările lui Vilmos Szé-

kessy care a arătat că există o relaţie între funcţia musculară şi diametrul segmentelor : cu cît muşchiul funcţionează mai rapid, cu atît striurile vor fi mai înguste, ceea ce denotă că organizarea segmentară este consecinţa funcţiei mecanice. Cunoaşterea acestei noi proteine va deschide poate calea spre înţelegerea în întregime a muşchiului. Expunerea de faţă îşi propune o temă mai modestă, referindu-se numai la compoziţia protofibrilelor.

Rezultatul cel mai important al cercetării noastre a constat în demonstrarea faptului că protofibrilele sînt constituite din două proteine, dintre care una a fost numită de către descoperitorul său, F. B. Straub, actină, iar cealaltă am denumit-o miozină, deşi caracteristicile sale sînt net deosebite de caracteristicile miozinei descrise de alţi autori. Puse în contact în condiţii corespunzătoare, cele două proteine se unesc formînd o proteină complexă, actomiozina. Cu ajutorul tehnicii lui H. H. Weber, actomiozina poate fi lesne trasă sub formă de fir. Astfel tras, filamentul de actomiozină se scurtează dacă este cufundat în extract apos, fiert, de muşchi. Această contractare a actomiozinei mi-a pricinuit cea mai profundă impresie din cariera mea ştiinţifică : arăta că am reuşit, cu elementele constitutive ale muşchiului, să reproducem *in vitro* una dintre cele mai enigmatice funcţii vitale, mişcarea, şi s-o facem astfel accesibilă studiilor exacte. Tema expunerii mele de astăzi este de fapt analiza acestei probleme.

Prima întrebare ar putea fi : care anume substanţe din extractul de muşchi produc contracţia filamentului de actomiozină ? Răspunsul la această întrebare a fost destul de simplu. Este vorba de trei substanţe : ionul de potasiu, ionul de magneziu şi ATP. Amestecul de K^+, Mg^{2+} şi ATP acţionează precum extractul de muşchi.

Dintre cele trei substanţe trebuie amintit cu deosebire ATP, căci ocupă un loc central în fiziologia musculară. ATP reprezintă iniţialele unei substanţe chimice : adenozintrifosfat. Este

o moleculă organică complexă, compusă dintr-o bază azotată, adenina, un rest de glucid, precum şi trei resturi de acid ortofosforic, dintre care cel puţin doi sînt direct legaţi, ca pirofosfaţi. Importanţa acestei legături pirofosforice este foarte mare, deoarece necesită pentru formarea sa 11 000 calorii, energie care se şi eliberează atunci cînd legătura se desface. Acest proces constituie izvorul energiei musculare. Cînd muşchiul are nevoie de energie, legătura pirofosforică din ATP se va descompune. Iar fermentaţia lactică ce are loc în muşchi nu este altceva decît transformarea moleculei de hidrat de carbon în acid lactic, mai sărac în energie, astfel încît cu energia eliberată se va realiza o legătură pirofosforică la nivelul moleculei de ATP.

Ambele proteine, actina şi miozina, ce compun materia contractilă, posedă caracteristici deosebit de interesante. Actina se remarcă, în special, prin proprietatea de a se putea afla atît sub formă fibrilară cît şi globulară, iar actina globulară se poate transforma sub ochii noştri în actină fibrilară şi invers. Acest ciclu de transformări are loc probabil cu ocazia fiecărei contracţii. Este vorba de faptul că globulele se aglomerează sub forma unui şirag de perle şi se dezleagă iarăşi în globule separate. Procesul este guvernat de ioni. Antagonismul ionic poate fi observat aici cu mare acuitate. Atît Ca^{2+} cît şi Na^{+} sînt capabile — după cum a arătat Straub şi discipolii săi — să transforme actina globulară în fibrilară ; dar prezente împreună, se neutralizează reciproc. Firește, proprietăţile actinei globulare sînt total diferite de proprietăţile actinei fibrilare, astfel că şi actomiozinele preparate din cele două actine diferă. Numai actomiozina formată din actina fibrilară este contractilă.

Judecînd după condiţiile existente la nivelul muşchiului, se poate presupune că transformările actinei în ambele sensuri pot avea loc în cîteva miimi de secundă.

Proprietăţile miozinei nu sînt nici ele mai puţin interesante. Cea mai remarcabilă însuşire constă în aceea că, deşi miozina este un coloid hidrofil, ea se precipită la concentraţii foarte mici ale sărurilor neutre ca NaCl sau KCl. Dacă precipitarea se petrece în condiţii corespunzătoare, miozina se cristalizează şi poate fi uşor recristalizată. Majoritatea cercetărilor le-am efectuat cu asemenea miozină recristalizată.

O analiză mai amănunţită ne-a oferit şi explicaţia precipitării. Fără săruri miozina este anodică, deci are o sarcină globală electronegativă. Ea dobîndeşte această încărcătură prin disocierea grupurilor COOH. Dacă îi adăugăm cantităţi crescînde de KCl, miozina va fixa ionii de K^+ pozitivi proporţional cu creşterea concentraţiei de KCl. Dacă luăm în mod arbitrar o cantitate de 17 600 grame de miozină [1], atunci într-o soluţie de 0,025 M KCl cantitatea unitară va fixa 3 echivalenţi de K^+, tocmai cît să neutralizeze sarcina electronegativă, astfel încît miozina să se precipite din soluţie. Desigur, prin neutralizare nu vom înţelege că electricitatea pozitivă şi cea negativă se unifică, ci că are loc o echilibrare între sarcina electronegativă iniţială şi cea electropozitivă, prin fixarea de ioni de K^+. Dacă în această situaţie mărim concentraţia de KCl, miozina va fixa în continuare potasiu, dar nu numai potasiu, ci şi Cl^- în cantităţi echivalente (Vilma Hermann), ceea ce duce la apariţia de noi sarcini electrice şi proteina trece în soluţie. La fiecare 17 600 grame este suficientă absorbţia a $2K^{\pm}$ şi Cl^- pentru ca miozina să treacă din nou în soluţie.

Afinitatea miozinei faţă de Mg^{2+} şi Ca^{2+} este deosebit de accentuată şi, dacă ionii sînt prezenţi în cantităţi egale, atunci miozina fixează în primul rînd Ca^{2+} apoi Mg^{2+} şi în sfîrşit K^+.

Următoarea chestiune care ne interesează aici, acum, este relaţia miozinei faţă de ATP. După cum a arătat Ilona Banga, miozina este capa-

[1] Este vorba de masa moleculară a miozinei care se măsoară în daltoni şi este de 17 600. — *Nota trad.*

bilă să absoarbă ATP ; iar Vilma Hermann a arătat că această legătură devine extraordinar de intensă cînd sarcina electronegativă inițială a miozinei este neutralizată prin Ca^{2+} sau Mg^{2+} și cînd, în plus, miozina a mai fixat și ioni de K^+. În cadrul unor reacții neutre anionii de ATP au trei sarcini negative, însă curbele obținute de Hermann arată că este de ajuns și un singur ion de K^+ pentru ca o unitate cantitativă de miozină să fie capabilă de a fixa ATP.

Una din cele mai interesante proprietăți ale miozinei este capacitatea sa de a scinda ATP, proprietate descoperită de Engelhardt și Ljubimova și cercetată aprofundat de către K. Laki și Ilona Banga. Miozina scindează cu ușurință o grupare fosfat din ATP, desfăcînd prin aceasta legătura pirofosforică și eliberînd totodată energia înmagazinată în această legătură. Nu-mi pot permite să intru în discutarea acestor reacții foarte complicate și interesante, dar trebuie să amintesc faptul că ele au aruncat recent o nouă lumină asupra structurii miozinei, întrucît experiențele lui Banga și F. Guba au dus la constatarea că miozina nu este o substanță unitară. Particula de miozină constituie un sistem complex, construit dintr-un schelet și dintr-o serie întreagă de proteine globulare, fixate pe acesta. Proteinele în cauză au proprietăți cu totul neobișnuite. Pot fi fierte în acid clorhidric 0,1 n fără să fie distruse. Aceste substanțe le-am numit protine, spre a le deosebi de celelalte proteine. Scheletul în sine este inactiv din punct de vedere enzimatic, iar fără schelet protinele sînt și ele inactive. Numai împreună au capacitatea de a se contracta sau de a descompune ATP. Protinele pot fi separate de schelet și apoi așezate la loc. Diversele descompuneri enzimatice sînt efectuate de diferite protine. F. Guba a studiat mai aprofundat acea protină care dă miozinei capacitatea de a face ca actomiozina, în a cărei compoziție intră, să se contracte în prezența acidului adenozin-difosforic (ADP). Ade-

nozindifosfatul este substanţa care ia naştere din ATP după scindarea unei grupări fosfat de către miozină.

Protina despre care vorbim este o cromoproteidă şi conţine o componentă colorată foarte interesantă, o grupare cromoforă. Protina devine activă numai atunci cînd gruparea cromoforă se află în forma sa redusă. Prin oxidare gruparea cromoforă prezintă în lumină galbenă şi în ultraviolet o fluorescenţă galbenă-albăstruie. După cum reiese din spectrul de absorbţie, această grupare nu este identică cu vreo altă componentă colorată cunoscută. Incontestabil că va avea încă un rol deosebit de însemnat în biochimie.

Timpul nu ne permite să intrăm în detalii privind scindarea ATP. În legătură cu această scindare, merită totuşi să remarcăm că, oricît ar fi de interesant fenomenul, în felul cum apare atunci cînd se amestecă miozina şi ATP nu prea pare să aibă vreun rost. Ar fi fost de aşteptat ca, la nivelul muşchiului, miozina să atace ATP numai într-un anumit moment al ciclului de contracţie, adică în momentul cînd muşchiul are nevoie de energie.

După ce am discutat despre actină şi miozină, să vedem ce se întîmplă dacă le amestecăm. Faptul că are loc o reacţie între cele două substanţe coloidale este dovedit de creşterea accentuată a vîscozităţii. Atît actina cît şi miozina au o vîscozitate moderată, ceea ce înseamnă că particulele ambelor substanţe coloidale sînt alungite, în formă de filamente, dar cu o lungime medie, raportul dintre secţiunea transversală şi cea longitudinală, aşa-numitul raport axial, nefiind prea mare. Creşterea accentuată, anormală a vîscozităţii arată că cei doi coloizi au format prin unire o nouă substanţă, ale cărei filamente sînt foarte lungi.

Examinînd influenţa sărurilor, vom găsi ceea ce era de aşteptat pe baza experienţei cîştigate cu miozina. În mediu lipsit de săruri, actomio-

zina este foarte hidrofilă, se îmbibă deosebit de uşor. Cînd adăugăm puţină sare, atunci actomiozina se precipită dacă a fost în stare de sol, respectiv se restrînge, se scurtează dacă a fost gel. Scurtarea este însă moderată. Chiar în stadiul cel mai avansat de contractare, substanţa coloidală fixează încă multă apă. În consecinţă, precipitatul format în soluţia salină de actomiozină este foarte lax, apos. Dacă mărim concentraţia de săruri, actomiozina trece din nou în soluţie. Dacă se măreşte considerabil concentraţia de săruri (2 M), atunci vîscozitatea scade la valoarea pe care ar fi avut-o actina şi miozina individual, dovedind că actomiozina s-a desfăcut în părţile sale componente, în actină şi miozină.

În vreme ce influenţa sărurilor ca atare nu dezvăluie nimic surprinzător, situaţia se schimbă cu totul dacă adăugăm sistemului şi ATP. Astfel, la concentraţii mici de săruri, actomiozina se disociază complet. Mărind puţin concentraţia sărurilor, actomiozina se precipită brusc dacă s-a aflat, în prealabil, în stare de sol şi se contractă dacă s-a aflat în stare de gel. Ambele procese sînt mult mai intense decît anterior. Precipitatul este anhidru, sfărîmicios, fapt pentru care această precipitare am numit-o suprapreciptare şi, respectiv, restrîngerea corespunzătoare a gelului am numit-o contracţie.

Dacă în această fază din nou vom mări puţin concentraţia de săruri, atunci actomiozina nu numai că se va dizolva, dar se va şi disocia... În prezenţa ATP, actomiozina se poate afla numai în două stări : fie complet disociată, fie total contractată, în funcţie de concentraţia sărurilor. Actomiozina disociată nici nu mai este actomiozină, ci doar un amestec de actină şi miozină. Deci, în prezenţa ATP, actomiozina există numai sub formă contractată (suprapreciptată). În prezenţa ATP, la temperatura camerei, nu există actomiozină necontractată.

Precipitarea sau contractarea coloizilor este un fenomen obişnuit în cadrul reacţiilor coloi-

dale. Cauza este de obicei pierderea sarcinii electrice. După cum am văzut anterior, miozina adsoarbe ATP şi ionii, încărcîndu-se electric. Dacă această sarcină depăşeşte un anumit prag minim, atunci actomiozina se descompune. Dacă sarcina se situează între cele două valori, atunci actomiozina nu se descompune, dar în interiorul său are loc un asemenea mod de repartizare a sarcinilor, încît face posibilă neutralizarea reciprocă, ceea ce duce la contractarea ei.

În ceea ce priveşte mecanismul intern al contracţiei, putem spune cu mare probabilitate că ea constă nu numai din alipirea miceliilor prin pierderea sarcinilor, ci într-un fel şi din scurtarea unor filamente lungi de actomiozină. Există o diferenţă flagrantă între scurtarea filamentelor şi cea a fibrelor musculare reale. Scurtarea filamentului este izodiametrică, adică filamentul se scurtează şi se subţiază în acelaşi timp, spre deosebire de scurtarea anizodiametrică în care fibra devine mai scurtă, dar totodată se îngroaşă. Există însă o diferenţă şi între arhitectura filamentului şi cea a fibrei musculare : în fibrilă, particulele lungi de actomiozină sînt aşezate paralel cu axa. În filamentele de actomiozină aşezarea este dezordonată, neorganizată. Totuşi, după cum a arătat Gerendás, prin întindere putem obţine şi din actomiozină fibrile în care particulele să fie aranjate paralel cu axa. Cînd o asemenea fibrilă se scurtează sub influenţa ATP, ea devine totodată mai groasă. Aceasta ne dezvăluie încă un lucru important. Dacă particulele sînt coaxiale cu filamentul, atunci, în mod evident, sînt coaxiale şi spaţiile dintre particule. Astfel, probabil că scurtarea nu se produce prin eliminarea apei, căci aceasta ar fi urmată de îngustarea filamentului. Pentru ca un asemenea filament cu structură organizată să se scurteze, este necesar să se scurteze chiar fragmentele de actomiozină. Dispariţia difracţiei întăreşte presupunerea că este vorba de încolăcirea, plierea particulelor.

Să vedem acum în ce măsură toate aceste observaţii ne ajută la înţelegerea contracţiei musculare. Să luăm pe rînd fazele ciclului de contracţie.

Starea de bază este repausul. Prima problemă ar putea fi : miozina extrasă şi actomiozina preparată din ea sînt oare identice cu miozina şi actomiozina din muşchi ? La această întrebare putem răspunde hotărît : nu. După toate datele, la nivelul muşchiului, miceliile izolate sînt menţinute laolaltă, datorită anumitor forţe, în cadrul unui sistem închegat. Pentru a putea extrage miozina, aceste legături trebuie rupte. Pentru ca aceste legături să se desfacă, trebuie să îmbibăm particulele de miozină cu ATP şi ioni de adsorbţie. Pentru ca miozina din muşchi să se dizolve este necesar, pe lîngă ATP şi 0,5 M de KCl. Miozina extrasă se dizolvă în numai 0,1 M KCl iar actomiozina preparată din ea se disociază, în prezenţa ATP, chiar la 0,02 M KCl.

Din această deosebire de natură coloid-chimică nu se trage însă concluzia că în ceea ce priveşte procesele elementare, cum ar fi adsorbţia, ar exista deosebiri între miozina extrasă şi cea din muşchi. Experienţele Vilmei Hermann au arătat că cele două substanţe corespund una cu cealaltă. Astfel, este de aşteptat ca sarcina negativă iniţială a miceliilor de miozină să fie neutralizată în primul rînd de ionii de Ca^{2+} adsorbiţi. Dar în muşchi există prea puţin Ca, pe de altă parte şi actina are afinitate mare faţă de Ca^{2+}, aşa că s-ar putea să nu-i mai rămînă miozinei. În schimb Mg^{2+} este suficient. Concentraţia sa este tocmai suficientă pentru a neutraliza sarcina negativă a miozinei. Astfel, această sarcină va fi neutralizată de Mg^{2+} sau de Ca^{2+} şi Mg^{2+}. Pentru ca miozina să mai fixeze în continuare cationi, nu este suficientă nici concentraţia existentă de Ca^{2+}, nici cea de Mg^{2+}. Pentru a satisface aceste necesităţi, un singur fel de ion este în concentraţie suficientă : ionul de K^+. La concentraţia de K^+ vom adăuga şi concentraţia de Na^+, întrucît se pare că miozina nu

le poate diferenția. Un fragment de miozină, avînd greutatea moleculară de un milion și jumătate, va absorbi 240 ioni de K^+ plus Na^+. Se pune întrebarea ce fel de anion va fixa miozina. Analiza arată că pentru fiecare 3 ioni de K^+ sau Na^+ miozina fixează un ATP cu triplă sarcină negativă. Particulele de miozină au deci o structură electrică foarte complexă, cu o mulțime de sarcini pozitive și negative care se echilibrează în repaus, dar nu se neutralizează reciproc.

Nu prea avem motive să nu credem că procesul de contracție musculară și procesul de contracție (suprapreciptare) a actomiozinei *in vitro* sînt procese identice, fenomene coloidale. Încărcătura trebuie să fie mai bine echilibrată, fiind urmată în mod secundar de contracție. Astfel, nici excitația nu poate fi altceva decît compensarea sarcinilor. Se impune însă îndată întrebarea : de ce echilibrarea nu survine la mușchiul în stare de repaus, de ce mușchiul în stare de repaus nu se contractă, deși sînt prezente împreună ATP, actina și miozina ? Răspunsul la această întrebare este dat de experiențele dr-ului György Rózsa, care a pus fibre musculare proaspăt izolate în soluții cu concentrație crescîndă de KCl. Nu a adăugat ATP la soluție, deoarece fibra musculară proaspătă conținea destul. Experiența a arătat că fibrele se contractă într-un interval îngust de concentrații, deasupra și dedesubtul căruia nu se produce contracția. Imperfecțiunea experienței a făcut ca într-un anumit interval restrîns să apară doar contracție parțială.

Fibra musculară se comportă față de ATP pe care îl conține ca actomiozina căreia i s-a adăugat ATP. Mușchiul este izoton cu KCl 0,16 M, ceea ce corespunde și cu presiunea osmotică a serului sanguin și a soluțiilor fiziologice Ringer. Cu alte cuvinte, la nivelul mușchiului, în repaus, se atinge tocmai acea valoare critică a sarcinilor care nu permite actomiozinei să se contracte.

Surpriza a intervenit atunci cînd Rózsa a adăugat ATP la o soluţie uşor hipertonică. Din acest moment fibrele s-au contractat, pînă chiar la concentraţii de 0,45 M KCI. Datele concordă cu observaţiile lui Buchthal şi ale colaboratorilor săi. Faptul cel mai surprinzător este însă că producerea contracţiei pe această cale reclamă foarte puţin ATP, o cantitate nesemnificativă în comparaţie cu concentraţia de ATP prezentă în muşchi şi totodată insuficientă pentru ca singură să provoace contracţia care necesită relativ mult ATP. Deci contracţia nu a fost cauzată de ATP adăugat din afară fibrei, acesta a avut doar un efect modificator asupra fibrei, făcînd-o capabilă să reacţioneze faţă de propriul ATP, contractîndu-se chiar şi la concentraţii ionice normale. Altfel spus, ATP liber adăugat fibrei este capabil de o acţiune de care ATP intrinsec fixat de miozină nu este capabil, şi anume de a atinge unele puncte ale miozinei unde ATP intrinsec nu poate ajunge. Explicaţia probabilă constă în incapacitatea ATP fixat de a reacţiona cu proteinele, pe cînd ATP liber poate reacţiona şi, prin aceasta, poate schimba curba de reacţie a muşchiului. Spre a putea completa în continuare tabloul, va trebui mai întîi să găsim răspuns la o altă întrebare : pentru care anume fază are muşchiul nevoie de energie, pentru contracţie ori pentru relaxare ? După cum am arătat, contracţia este o reacţie de echilibrare termodependentă.

Colaboratorul meu Laszló Varga a constatat că muşchiul de iepure nu se contractă de loc la 0°, pe cînd la 16° contracţia este maximă. Între cele două temperaturi muşchiul se contractă parţial, dar nu pentru că fiecare filament se contractă parţial, ci pentru că nu toate filamentele se contractă. Un filament de actomiozină ori se contractă complet, ori nu se contractă deloc.

Astfel, după lungimea muşchiului, Varga a putut deduce la diverse temperaturi raportul miceliilor contractate şi relaxate, ceea ce nu este altceva decît însăşi constanta de echilibru, iar

din relaţia acesteia faţă de temperatură, cu ajutorul formulelor lui van't Hoff, pot fi calculate condiţiile energetice.

Calculele au demonstrat caracterul endotermic al procesului, însoţit însă de scăderea energiei libere. Scăderea energiei este în funcţie de temperatură : cu cît temperatura e mai mare, cu atît este mai accentuată scăderea de energie liberă. La zero grade scăderea energiei libere este zero, din care cauză muşchiul nu se poate contracta la această temperatură, iar la 37° scăderea energiei libere este de 7 000 cal.

Aici este cazul să relatez un episod amuzant. După încheierea investigaţiilor, într-o bună zi observăm o broască înotînd în apa cu ghiaţă, deşi, conform curbelor stabilite de Varga, la 0° n-ar fi putut să se mişte. În consecinţă Varga a repetat experienţele, de data aceasta cu muşchi de broască, şi a constatat că la acest muşchi curba are o altă alură, întîlneşte abscisa nu la 0°, ca la muşchiul de iepure, ci la —3°, ceea ce îi permite broaştei ca la 0° să înoate liniştită.

Din toate acestea, pentru noi, acum, important e următorul fapt : contracţia este însoţită de scăderea energiei libere, ea e aşadar un proces spontan, energia fiind necesară pentru relaxare, nu pentru contracţie.

Reluînd firul abandonat anterior, putem alcătui un tablou satisfăcător privind relaţiile energetice ale contracţiei : ATP liber reacţionează cu proteinele, avînd ca rezultat echilibrarea sarcinilor chiar şi la concentraţii normale de ioni. Deci muşchiul se contractă, ceea ce nu reclamă energie din afară, procesul este spontan, actomiozina îşi utilizează propria energie internă.

Cele mai recente experimente ale lui A. Biró şi András Szent-Györgyi arată că trecerea actomiozinei în stare enzimatic activă are loc prin contractare. Proteina actomiozinei contractate scindează deci pirofosfatul din ATP fixat. În felul acesta realizează două scopuri pe de o parte, se eliberează de ATP, iar pe de altă parte eliberează şi energia necesară pentru aceasta.

În mod firesc am putea crede că relaxarea este pur şi simplu inversul contracţiei, dar lucrurile sînt pare-se mai complicate. În cursul contracţiei, actina fibrilară se descompune în globulară, iar actomiozina globulară, în prezenţa ATP, se disociază. Consider că această disociaţie constituie un moment esenţial în fiziologia muşchiului, dat fiind că permite muşchiului revenirea relativ lină la starea de relaxare. Disocierea înlesneşte, de asemenea, readsorbţia ionilor eliberaţi de miozină.

O ultimă întrebare ar putea fi cum se propagă excitaţia în cadrul muşchiului ? Conform celor de mai sus, este lesne de imaginat că o moleculă de ATP liber face să se contracte o fibrilă de actomiozină, iar dezechilibrarea sarcinilor eliberează ATP fixat pe o fibrilă din vecinătate.

Rezumînd încă o dată situaţia cu privire la ATP, vedem că acesta are un dublu rol. Cea mai mare parte a ATP se află bine fixată pe miceliile miozinice. Miozina saturată cu ATP nu se contractă, întrucît ATP legat nu reacţionează cu proteinele. ATP legat are însă o mare importanţă, deoarece, la nivelul muşchiului în repaus, acesta asigură sarcina electrică globală a miozinei şi prin aceasta plasticitatea (moliciunea), dar, în acelaşi timp, şi contractilitatea sa. Dacă în această fază se adaugă ATP sau legarea ATP diminuează într-un fel, atunci ATP va reacţiona cu proteinele, modificînd curbele muşchiului, astfel încît acesta se va contracta.

Ce se va întîmpla aşadar după moarte, cînd ATP se descompune cu încetul ? Se poate răspunde uşor la această întrebare actomiozina devine rigidă şi muşchiul trece în starea de *rigor mortis* (rigiditate cadaverică). Cercetînd apariţia rigidităţii şi descompunerea ATP, Tamás Erdös a constatat că cele două fenomene sînt absolut paralele, ceea ce confirmă fără îndoială că la baza rigidităţii se află dispariţia ATP. Faptul că ulterior redoarea cedează se explică prin dezintegrarea totală a muşchiului.

Situaţia este cu totul alta atunci cînd dispariţia ATP are loc *in vivo*, în muşchiul activat. În acest caz contracţia prevalează în dauna relaxării şi muşchiul trece în stare de contractură.

Aceste experienţe au dus la experimentări clinice avînd ca scop de a stabili dacă deficienţele de relaxare ale unor elemente musculare ar putea avea legătură cu lipsa, deficitul de ATP. În clinica medicală de la Seghedin a fost aplicat tratamentul cu ATP de către dr. Artur Hámory prima oară la bolnavi cu tablouri patologice evidente, cum sînt anumite cazuri de gangrene vasospastice, unde contracţia cronică a elementelor musculare din arteriole duce la obstrucţia căilor circulatorii şi prin aceasta la gangrenă care, în cazurile mai grave, poate duce la amputarea membrelor. Rezultatele au fost dintre cele mai încurajatoare. Ştiu că a fost administrat ATP în mai multe cazuri în care se dăduse deja indicaţia de amputare şi, după cîte am aflat, nu a decepţionat în nici unul din cazuri : după un tratament corespunzător cu injecţii de ATP, pacienţii au părăsit vindecaţi spitalul.

De asemenea, au fost făcute încercări cu ATP în diferite cazuri de angină pectorală şi dismenoree, obţinîndu-se rezultate promiţătoare. Injecţiile au fost făcute cel mai adeseori intramuscular, efectul fiind în funcţie de cantitatea de ATP. Conform experienţei, doza de 20 mg s-a dovedit eficace.

Efectul farmacologic al ATP este o problemă destul de complexă. Împreună cu A. N. Drury, am descoperit acţiunea farmacologică a acestui grup de substanţe cu aproape douăzeci de ani în urmă. Am arătat că numeroase substanţe din acest grup au acţiune farmacologică. Dilatarea coronarelor şi încetinirea conducerii atrioventriculare erau deopotrivă obţinute cu ATP, AMP sau adenozină. AMP (adenozinmonofosfatul) nu conţine decît un rest de fosfat, iar adenozina nici unul. Iar în producerea excitaţiei sau contracţiei şi relaxării musculare doar ATP are

efect. De aceea, deocamdată cel mai sigur este să folosim drept medicament însuşi ATP, substanţă prezentă şi în ţesuturile vii, unde deţine un rol central. Se ştie că la acest grup de substanţe cele mai mici modificări în structura moleculei pot altera masiv efectul biologic. Tocmai din acest motiv nu putem folosi deocamdată cu toată încrederea ATP preparat din drojdie, avînd fosforul fixat pe molecule altfel decît la ATP de origine animală.

Metodele pentru prepararea ATP de origine animală sînt atît de scumpe şi randamentul lor este atît de scăzut, încît nu se poate prepara cu ajutorul lor suficientă substanţă nici măcar pentru a continua netulburat experienţele de laborator. Astfel că am elaborat împreună cu colaboratorii mei un nou procedeu, care constă în esenţă din precipitarea miozinei împreună cu ATP adsorbit de miozină, lucru foarte simplu de executat cu ajutorul alcoolului, fără ca alcoolul să se piardă. Sub influenţa alcoolului, miozina devine insolubilă ; în acelaşi timp însă ATP rămîne solubil şi se extrage uşor cu apă. În acest mod, fără utilizarea de cantităţi prea mari de reactivi, putem obţine ATP în concentraţii relativ mari, şi la un asemenea grad de puritate, încît după una sau două faze intermediare de preparare soluţia devine deja injectabilă.

După toate acestea putem să ne întrebăm dacă sîntem în măsură să înţelegem funcţionarea muşchiului ? Şi n-o înţelegem. După cum am schiţat mai înainte, contracţia musculară este în esenţă decalarea sarcinilor electrice. Structura chimică a proteinelor, aşa cum ne-o imaginăm astăzi, nu ne oferă posibilitatea de a explica migrarea sarcinilor. Acest eşec însă nu se limitează la fiziologia muşchiului. Aş îndrăzni să afirm că, în afară de rare excepţii, nu înţelegem nici o reacţie biologică ; mai mult, putem afirma cu hotărîre că imaginea pe care ne-am format-o despre structura materiei nu cuprinde sub nici o formă acea însuşire care, prin specificul său, asigură capacitatea de reactivitate biologică a

materiei vii. Să luăm de exemplu un hormon sexual. Cunoaştem cu exactitate formula sa chimică şi din această formulă reiese clar că această moleculă este absolut inertă din punct de vedere chimic, este incapabilă de orice reacţie la temperatura corpului ; din biologie ştim însă prea bine că în organism hormonul produce cele mai uimitoare reacţii. Deci trebuie să spunem că în această formulă nu se manifestă acele proprietăţi de care depinde reacţia biologică. De asemenea în formulele proteinelor, scrise pe hîrtie, nu sînt cuprinse aceste calităţi fundamentale. Formulele arată totodată că materia vie este construită din molecule, iar moleculele din atomi discreţi. Atomii sînt compuşi din nucleu şi electronii aferenţi şi astfel fiecare atom are electronii săi şi fiecare electron aparţine unui atom, abstracţie făcînd de unele cazuri excepţionale. Eşecul general al biochimiei m-a condus de mai multă vreme la convingerea că teoria aceasta privind structura materiei este nesatisfăcătoare, mai bine zis nu explică reacţiile materiei vii. La fel cum proprietăţile atomilor de fier nu elucidează conductibilitatea electrică a sîrmei de fier. Am avea nevoie de o nouă teorie a structurii materiei pentru a înţelege aceste fenomene. Ar fi, desigur, pueril ca un biochimist să încerce stabilirea unei asemenea noi teorii. Dar o asemenea nouă teorie a şi apărut în fizică în ultimul deceniu, în legătură cu cercetările privind conductibilitatea electrică. Conform cunoştinţelor actuale, sîrma conduce electricitatea din cauză că electronii de valenţă nu aparţin anumitor atomi, ci constituie un bun comun al întregului sistem. Chiar dacă sîrma se întinde de la Paris la New York, electronii aparţin deopotrivă tuturor atomilor. Asemenea comunitate de electroni poate apare în cazul cînd un număr mare de atomi similari se organizează foarte sistematic în spaţiu. O asemenea comunitate de electroni poate apare şi la substanţe rău conducătoare de electricitate cu structură regulată, de exemplu în cristale. Cu ani în urmă, eu am sesi-

zat că dacă am putea aplica această teorie la materia vie, atunci am fi în stare să înţelegem reacţiile biologice. Am fi în stare să înţelegem contracţia musculară, dar şi modul în care substanţe chimic inerte dar biologic active pot realiza reacţii în sistemele vii. Dacă în celulă anumiţi electroni formează sistem comun, atunci în acest sistem există o repartiţie a electronilor statistic determinată de mecanica cuantică, repartiţie ce poate fi tulburată de orice moleculă a cărei structură chimică îi permite să pătrundă şi să se instaleze în imediata apropiere a proteinelor celulare.

După cum sîrma este bună conducătoare de electricitate prin ceea ce reprezintă dincolo de suma atomilor constituenţi, tot aşa este probabil că manifestările de viaţă au loc în cadrul unei structuri electrice pe care nu sînt în stare deocamdată să o prezint în nici un fel de formulă şi în care celula reprezintă mai mult decît suma atomilor sau moleculelor din care este construită. Se acumulează tot mai multe observaţii care ne arată că reacţiile biologice reprezintă tulburări ale sistemelor de electroni, ceea ce ne va permite poate nu numai înţelegerea acestor reacţii, dar şi exprimarea lor în formule ale mecanicii cuantice. [1]

1947

[1] Pe lîngă recunoaşterea meritelor deosebite ca deschizător de drumuri în biochimie în general şi biochimia contracţiei musculare în special, este necesar să atragem atenţia cititorului că dezvoltarea actuală a cercetării în domeniul cunoaşterii biochimiei şi biofizicii contracţiei musculare a înregistrat şi ea progrese vertiginoase — în parte chiar în urma experienţelor de pionierat ale savantului — astfel că cele conturate acum 30 de ani în acest tablou general corespund numai parţial cunoştinţelor noastre actuale privind mecanismele contracţiei musculare. — *Nota red.*

DE CE BIOLOGIE SUBMOLECULARĂ ? *

Cum se pune problema

Privită de la distanţă, istoria biochimiei apare ca un şir de realizări uluitoare, o flacără triumfătoare. Ritmul progresului nu cunoaşte opriri şi se pare că expresia „nu ştiu" va putea fi curînd ştearsă din vocabular. În cazul nostru însă, de ce vorbim despre *biologie submoleculară* înainte ca biochimia moleculară să-şi fi parcurs întregul drum ?

Succesele obţinute în materie sînt incontestabile. Totuşi, dacă nu te laşi orbit de ele şi te apropii de biochimie cu ochii acomodaţi la bezna necunoaşterii, golurile din cunoştinţele noastre devin evidente. Să analizăm cîteva din principalele probleme ale biologiei, începînd cu metabolismul. Biochimia a dezvăluit complicatele procese ciclice ale metabolismului intermediar şi a arătat că principalul scop al acestui metabolism este de a pregăti substanţele nutritive pentru oxidarea finală prin care, folosindu-se energia acestora, o moleculă de fosfat se fixează pe ADP, dînd naştere la ATP. În cursul acestui proces, energia substanţelor nutritive este înglobată în energia *legăturii fosfoesterice de mare energie* denumită legătura macroergică şi notată cu semnul ~, legătura prezentă în structura unei molecule foarte specifice. Numai sub această formă energia substanţelor nutritive poate servi drept combustibil pentru structura vie şi poate să o menţină în funcţiune. Această *fosforilare oxidativă* este deci evenimentul cen-

---

*Ibidem, p. 73—80. După *Introduction to a Submolecular Biology*, ©. Academic Press, New York-Londra, 1960.

tral al metabolismului. Mecanismul său este complet necunoscut.

De asemenea, nu ştim nimic despre reversul acestui proces, despre eliberarea energiei din legătura macroergică din ATP. Nu cunoaştem modul în care legătura macroergică pune în funcţiune organismele vii, modul în care energia ei se transformă în variatele forme de travaliu, fie el mecanic, electric sau osmotic, deşi această transformare ar putea constitui problema ultracentrală a biologiei.

Cunoaştem viaţa doar prin simptomele sale, iar ceea ce numim *viaţă* este în mare măsură interacţiunea coordonată a diverselor feluri de travaliu ; de la începuturile omenirii, moartea era diagnosticată prin încetarea unuia din aceste travalii şi anume odată cu încetarea travaliului manifestat prin mişcare. Nu ştim cum se naşte mişcarea, cum se transformă energia chimică în lucru mecanic.

Fiziologia a arătat că diferitele funcţii ale organismului sînt reglate şi coordonate de hormoni, iar biochimiştii apelează cu mîndrie la o seamă de borcănele şi balonaşe care conţin enigmaticii hormoni, cel mai adesea sub formă de pulberi cristaline, cîţiva dintre aceşti hormoni fiind preparaţi cu siguranţă şi sintetic. Acelaşi lucru este valabil şi pentru vitamine ; catalogul acestora pare a fi încheiat. Biochimiştii sînt în măsură să prezinte formula structurală a majorităţii acestor substanţe. Dar chestiunea realmente pasionantă nu constă în ceea ce *sînt* aceste substanţe, ci în ceea ce *fac* ele, în modul cum acţionează la nivel molecular, cum îşi exercită influenţa. La această chestiune încă nu s-a găsit răspuns. Situaţia este similară în cazul majorităţii medicamentelor.

În ceea ce priveşte organismul viu, biochimistul va afirma că substanţele cele mai importante sînt proteinele, acizii nucleici şi nucleoproteidele. El va demonstra uriaşele progrese realizate în analiza structurii acestor substanţe prin găsirea cărămizilor — amino-

acizii şi nucleotidele —, a legăturilor şi poziţiei lor reciproce ; va vorbi despre unghiurile şi distanţele dintre legături şi despre diversele spirale alcătuite. Dacă îl vom întreba însă de ce în natură acest mare număr de atomi s-a aglomerat cu o atît de extraordinară specificitate, în baza cărei particularităţi, atunci biochimistul nostru va deveni deodată tăcut. Unul din principiile fundamentale ale vieţii este *organizarea :* atunci cînd două unităţi se întîlnesc, ia naştere ceva nou, un nou ale cărui însuşiri nu sînt aditive şi nu pot fi exprimate prin însuşirile părţilor componente. Acest lucru este valabil pe întreaga scară a organizării, se referă la faptul că electronii şi nucleii se organizează în atomi, atomii în molecule, aminoacizii în peptide, peptidele în albumine, albuminele şi acizii nucleici se unesc în nucleoproteide şi aşa mai departe. În prezent nu ştim nici măcar să ghicim „ce gînduri are" natura în timp ce se petrec fenomenele amintite. Deci şi aici găsim închise porţile ce duc către problema centrală.

Anumite circumstanţe fac ca situaţia să fie foarte îngrijorătoare. Mai întîi, problemele nerezolvate reprezintă problemele centrale şi cele mai interesante ale biologiei. Un alt aspect deosebit de îngrijorător este că, corespunzător cu golurile din cunoştinţele fundamentale, există goluri şi în ştiinţele medicale, iar nenumărate boli „endogene" sau „degenerative" fac nestînjenit victime, cauzînd nesfîrşite suferinţe. Dar faptul cel mai îngrijorător este că, în timp ce biochimia progresează continuu în domeniile în care şi pînă acum dobîndise succese, nu se constată aproape nici un pas înainte în soluţionarea problemelor amintite anterior. Ca şi cum problemele biologiei ar putea fi împărţite în două grupuri, cele pe care biochimia actuală este în stare să le rezolve şi cele pe care nu le poate rezolva. Se pare că din gîndirea noastră actuală lipseşte ceva foarte important, o întreagă

dimensiune, fără de care aceste probleme nu pot fi abordate.

Autorul nu are îndoieli privind caracterul acestei dimensiuni absente. Povestea este simplă și logică. Înflorirea biochimiei a început la sfîrșitul secolului trecut. În acea vreme se credea că materia este alcătuită din elemente indivizibile foarte mici, atomii. Moleculele se compun din acești atomi. Se considera că există aproximativ 90 de atomi diferiți, notați cu litere diferite, în timp ce pentru notarea legăturilor dintre ei se foloseau liniile. Fără îndoială că acest limbaj de *litere* și *linii* poate fi clasificat printre cele mai strălucite performanțe ale inteligenței umane, făcînd posibile toate succesele uimitoare ale biochimiei. Dacă parcurgem lista problemelor enumerate mai sus, ne dăm seama că cele pe care biochimia le-a biruit cu succes erau cele de structură sau de modificări structurale ce au loc în cadrul unor reacții mai simple, ce puteau fi de cele mai multe ori reproduse în soluții omogene și exprimate cu ajutorul literelor și liniilor. Probleme nerezolvate erau însă din domeniul funcționării sistemelor complexe, ce nu puteau fi exprimate în acest limbaj. Într-adevăr, cum s-ar putea oare exprima astfel o reacție cum este contracția musculară, al cărei principal produs nu este vreo substanță, ci lucrul mecanic ?

Limbajul biochimiei în zilele noastre[1] este încă limbajul literelor și liniilor, ceea ce înseamnă că această știință se mai înscrie în aceeași dimensiune moleculară ca pe vremea nașterii sale, în secolul trecut. De atunci însă chimia, maica biochimiei, a încheiat o alianță cu fizica și cu matematica, s-a lansat într-o altă dimensiune, dimensiunea submoleculară sau subatomică a electronilor, acea dimensiune în cadrul căreia evenimentele nu mai pot fi prezentate prin expresiile chimiei clasice și ale cărei legi se supun legilor mecanicii cuantice sau ondulatorii. Privit prin prisma noii științe, atomul nu mai consti-

[1] Este vorba de anii 50. — *Nota trad.*

tuie o unitate indivizibilă, ci constă dintr-un nucleu înconjurat de un nor de electroni, schimbător și fantastic. Și pare verosimil ca fenomenele vitale mai complicate să fie produse de modificările formei și distribuției norilor de electroni.

Biochimia nu a urmat chimia, maica sa științifică, în această nouă dimensiune subatomică, unde s-ar putea găsi probabil totuși cheia pentru înțelegerea complicatelor activități biologice. Un exemplu ar putea fi ilustrativ : în fig. 1 se vede, în stînga, formula clasică a părții piridinice a NAD [1], cu notațiile clasice, semnificînd pentru noi că inelul piridinic este alcătuit din cinci atomi egali de carbon și dintr-un atom de azot avînd o sarcină pozitivă. În aceeași figură, la dreapta, se află *diagrama moleculară* a aceleiași substanțe, conform uneia din cele mai recente comunicări făcute de colectivul lui Pullman.

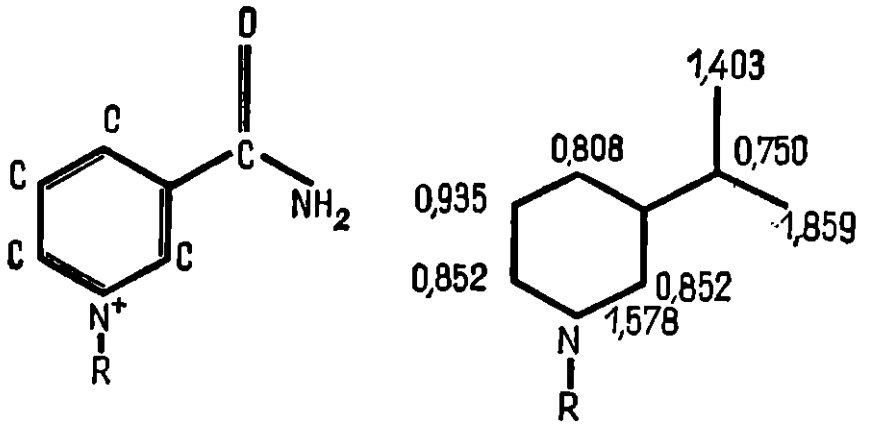

Fig. 1 Partea piridinică a NAD ; formula clasică și diagrama moleculară

Numerele atașate diverșilor atomi reprezintă sarcina electrică, semnificînd pentru noi că fie-

[1] În cuprinsul acestei cărți am adoptat terminologia modernă folosită azi pe scară largă în cercetare și învățămînt, în locul celei vechi existentă în originalul englez și maghiar. Astfel cititorul va găsi
NAD în loc de DPN
NADH „ „ „ DPNH
NADP „ „ „ TPN
NADPH în loc de TPNH
DNA „ „ ADN
RNA „ „ ARN. — *Nota red.*

care atom este încărcat în mod diferit și că molecula este astfel înconjurată de un nor de electroni cu o structură extraordinar de complexă. Sarcina pozitivă este inegal distribuită între atomii inelului piridinic, unul de N și cinci de C, pe cînd sarcinile negative au fost împinse spre lanțul lateral. Figura ar putea deveni completă prin adăugarea a încă trei serii de date : o serie ne-ar da informații privitor la ceea ce numim *valoarea chimică liberă* a fiecărui atom al inelului, o alta ar descrie *ordinea de fixare* a legăturilor și a treia ar stabili *energiile de localizare*. În timp ce formula clasică atribuie doar întregii molecule o formă superficială și un anumit moment bipolar, în diagrama moleculară fiecare atom din inel reprezintă o individualitate, o caracteristică, un grad înalt de specificitate, iar întreaga structură începe să oglindească acea complexitate pe care o așteptăm din partea structurii oricărei substanțe ce participă la reacții biologice.

În timp ce se descoperea că fiecare atom și moleculă este ca un minuscul univers complex, *fizica solidului* dărîma imaginea creată privind stricta lor individualitate. Dacă o serie de atomi formează un sistem ordonat și strîns unit, atunci vor apărea noi însușiri. De pildă, cînd atomi de cupru sau fier se unesc în număr mare într-o ordine determinată, în sistemul considerat poate apare conductibilitatea electrică, o caracteristică ce ia naștere în urma influenței reciproce a proprietăților individuale din domeniul mecanicii cuantice. Chiar și în cazul macromoleculelor este posibilă formarea unor însușiri caracteristice pentru starea solidă. Deci, pentru abordarea problemelor centrale ale biologiei, gîndirea trebuie extinsă în două direcții opuse, atît către nivelul sub, cît și către cel supramolecular. Aceste două niveluri sînt identice într-o anumită privință, deoarece proprietățile supramoleculare nu sînt decît rezultatul efectului simultan al factorilor submoleculari, ceea ce furnizează o nouă exemplificare a *stării de*

organizare. De asemenea, ne vom aştepta la dezvoltarea unor noi însuşiri şi în momentul în care moleculele sau conglomeratele de molecule vor intra în contact cu apa, elementul vital comun tuturor organismelor vii, alcătuind cu ea un sistem nou şi independent. Clarificarea acestor aspecte este de natură să împrumute gîndirii noastre acea plasticitate fără de care probabil nu poate fi abordat, şi cu atît mai puţin înţeles, acel sistem unic în felul său care se numeşte *celulă*. Abordarea noilor dimensiuni este probabil dificilă şi multe din ideile enunţate aici vor părea confuze şi îndoielnice. Necunoscutul nu ne oferă un sprijin prea stabil. Fără îndoială însă, Creatorul trebuie să fi cunoscut foarte bine mecanica cuantică şi fizica corpurilor solide, ba mai mult decît atît, trebuie să le fi şi aplicat. Cert este că, în făurirea vieţii, nu s-a rezumat la nivelul molecular de dragul de a simplifica treburile biochimiştilor.

1960

CIRCUITUL ENERGETIC AL VIEȚII *

Într-o primă abordare a temei, cel mai nimerit ar fi să trasăm un tablou cuprinzător al ei. Tabloul cel mai cuprinzător pe care-l putem trasa despre energetica vieții rezultă din considerarea întregii lumi vii și din încercarea de a observa cum este ea acționată prin energie. Este îndeobște cunoscut că sursa primară a acestei energii o constituie razele solare. Atunci cînd fotonul emis de Soare intră în interacțiune cu un fragment de materie aflată pe glob, unul din electronii unei perechi de electroni aflate în poziție inițială este ridicat pe o orbită liberă mai îndepărtată de nucleu, după cum indică săgeata îndreptată spre partea superioară a fig. 2/A. În mod legic, electronul va reveni foarte curînd la starea sa inițială, acest proces fiind reprezentat prin săgeata cu vîrful în jos. Viața se înfiripă strecurîndu-se între cele două procese, iar revenirea electronului la poziția inițială se realizează în cadrul propriului mecanism, prin utilizarea energiei respective, după cum este el prezentat simbolic prin semicercul din fig. 2/B. Pentru ca procesul să se desfășoare eficient, trebuie ca electronul să întîlnească o substanță cu o structură specială (care cel mai adesea este clorofila), această substanță să fie legată de un sistem care transformă energia indusă deosebit de labilă a electronului în potențial chimic mai stabil, în energie chimică, adică în energia sistemului de electroni ai unei substanțe stabile. Conform cu-

* *Ibidem*, p. 81—91.

noştinţelor actuale [1], aceasta are loc în mare parte datorită faptului că energia indusă a electronului este consumată pentru separarea elementelor din apă, H_2O. Oxigenul sub formă de O_2 ajunge în atmosferă, în timp ce H se fixează pe un piridin nucleotid, pe $NADP^+$ sau NAD^+, compuşi care astfel sînt reduşi la $NADPH + H^+$, respectiv $NADH + H^+$, după cum s-a arătat în lucrările provenite din laboratorul lui D. Arhon şi colaboratorii (fig. 2. Schema fotosintezei).

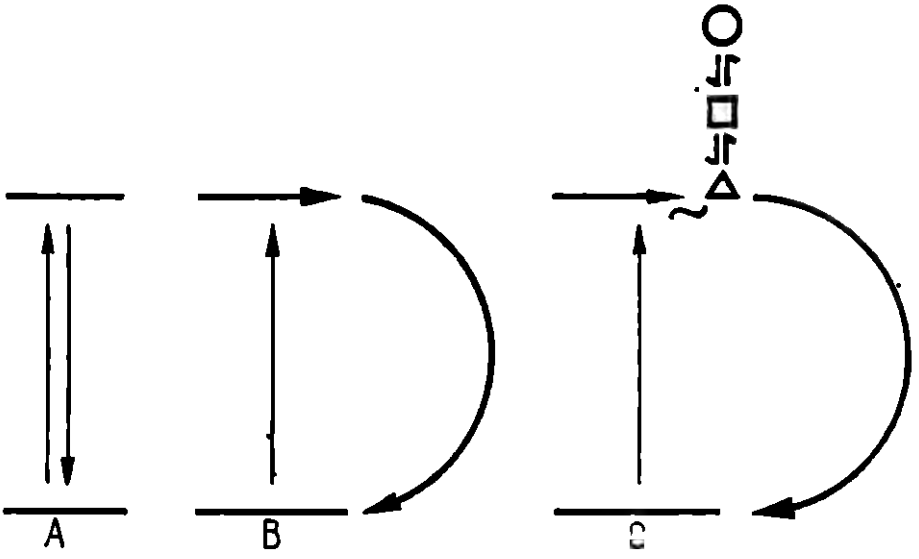

Fig 2 Schema fotosintezei

Simultan din ADP şi fosfat anorganic se formează ATP, înglobîndu-se astfel o parte a energiei în legătura macroergică (~) a ATP. În fig 2/C piridin nucleotidul este reprezentat printr-un triunghi, iar pătratul şi cercul de deasupra arată faptul că piridin nucleotidul şi ATP nu sînt corespunzători pentru înmagazinarea unor cantităţi însemnate de energie, din care cauză energia lor trece în alte forme, mai potrivite pentru înmagazinare. Această modificare se petrece concomitent cu captarea din atmosferă a unei cantităţi de CO_2, care se va reduce la hidrat de carbon şi apă, proces ilustrat în

[1] Aici luăm în considerare numai ciclul *deschis*, clasic, al fotosintezei. Despre formele mai simple şi *închise* vezi lucrarea lui D. I. Arhon.

fig. 3, stînga, unde pătratul reprezintă hidratul de carbon, iar cercul reprezintă grăsimile.

Toate acestea reclamă mult timp și un aparat dezvoltat ; de aceea lăsăm munca aceasta pe seama plantelor, apoi consumăm planta sau mîncăm animalul care anterior se hrănise cu planta. Alimentația este reprezentată în fig. 3 prin săgeți orizontale, iar la dreapta figurii am încercat să prezint foarte schematic și simbolic soarta acestor substanțe. (fig. 3. Schema fotosintezei).

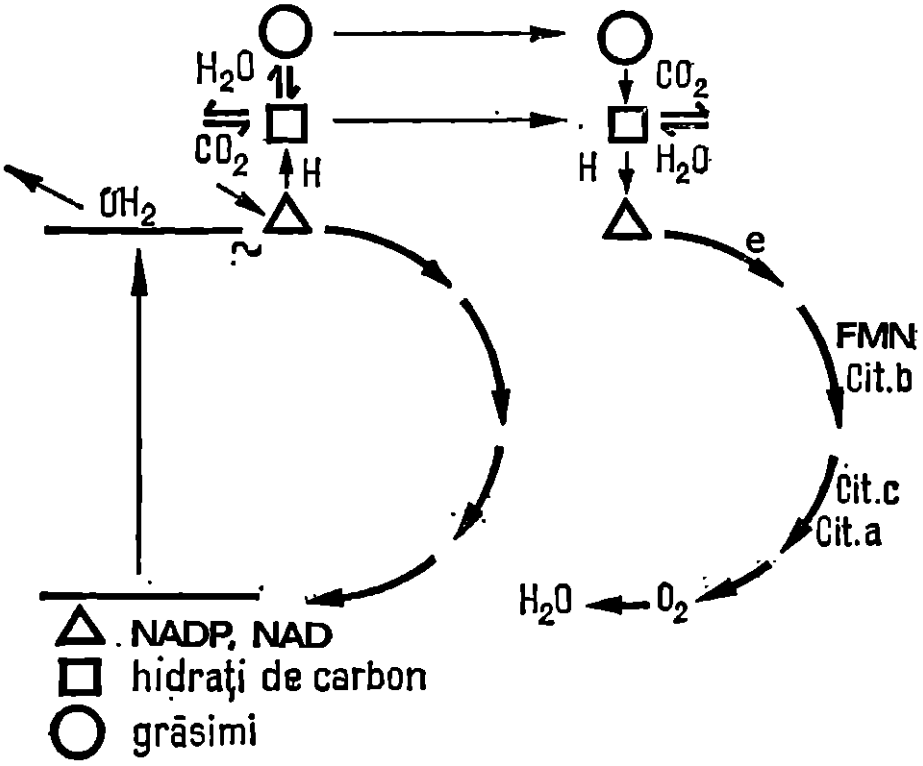

Fig. 3 Schema fotosintezei

Atomii de hidrogen ai hidraților de carbon se reașează de cele mai multe ori la nivelul piridin nucleotidelor, în timp ce carbonul se eliberează sub formă de bioxid de carbon. Pe baza tehnicilor cu izotopi, Vennesland, Westheimer și colaboratorii lor au identificat de fapt hidrogenul scindat din produșii metabolici cu hidrogenul fixat pe piridin nucleotide. Pe de altă parte, NADH sau NADPH reduce flavinmononucleoti-

dele (FMN), dar atomii de hidrogen din $FMNH_2$ nu pot fi consideraţi mai departe identici cu hidrogenul din NADH sau NADPH, deci pare verosimil că aceştia nu cedează hidrogen către FMN, ci electroni, iar hidrogenul găsit în moleculele de $FMNH_2$ în cursul experienţelor în eprubetă provine din solventul cel mai răspîndit, apa, avînd în vedere că molecula FMN cu sarcină negativă atrage protoni din apă. Kosower şi colaboratorii au arătat că NADH este un bun donor de electroni.

Pentru reducerea NAD^+ la NADH sînt necesari un atom de hidrogen şi un electron. Astfel, NAD^+ este capabil de a primi (şi de a ceda) atît hidrogen cît şi electroni. Deci este o moleculă ce poate fi asemuită cu un ghişeu de bancă, unde hidrogenul substanţelor nutritive poate fi schimbat pe electroni şi apoi electronii, prin molecula de FMN, trec în catena respiratorie. Începînd de la molecula FMN, electronii trec de la o substanţă la alta, dintre care în fig. 3 citez trei exemple : citocromul *b*, citocromul *c* şi citocromul *a* [1]. În sfîrşit, electronul este preluat de molecula O_2 care apoi fixează ioni de H şi se reduce, dînd naştere la H_2O, adică apă. După ce treptat şi-a redus energia, electronul va atinge în molecula de apă cel mai scăzut nivel de energie. Energia astfel cedată trece cu mică pierdere în energia legăturilor macroergice din ATP. Va să zică, cu excepţia procesului de inducţie (săgeata verticală), partea dreaptă şi partea stîngă din fig. 3 sînt de fapt identice. Întrucît cele două părţi sînt despărţite doar prin acele săgeţi orizontale care reprezintă alimentaţia lipsită (teore-

[1] Electronii pot traversa catena şi prin intermediul acidului succinic. Acidul succinic este intermediar între acest lanţ şi ciclul de acid citric. Pentru simplificare, au fost eliminaţi din schemă acidul succinic, ceilalţi catalizatori intermediari, coenzima Q, cît şi atomul liber de fier care — după D. E. Green — poate juca de asemenea un rol important în transmiterea electronilor.

tic) de importanţă, cele două părţi pot fi unificate într-o singură schemă, după cum am procedat în fig. 4.

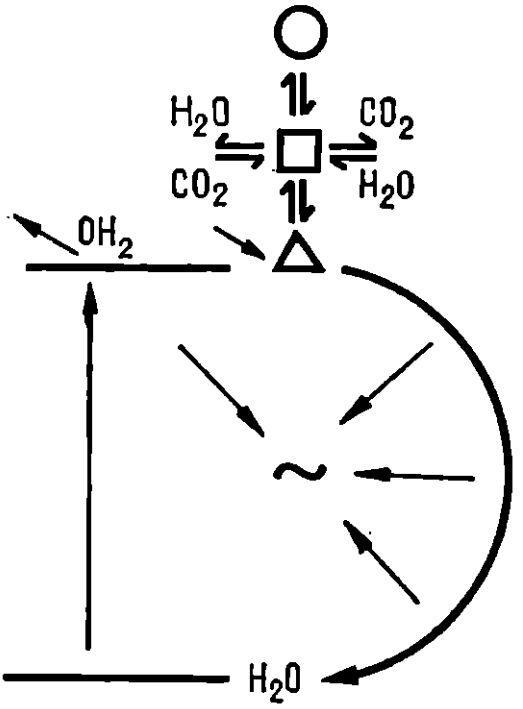

Fig. 4 Schema fotosintezei

Hidraţii de carbon şi grăsimile nu sînt decît ramificaţii secundare, deci pot fi de asemenea neglijate, şi putem completa schema cu eroul principal al acestui scenariu, bătrînul şi bunul Soare, după cum se şi vede în fig. 5. În felul acesta, găsim aici trăsăturile esenţiale ale procesului ciclic viaţă-energie, constînd deci din electronii aduşi mai întîi în stare de inducţie de către fotoni şi reveniţi ulterior la starea iniţială, în cadrul organismelor vii, în timp ce îşi cedează treptat energia excedentară, aceasta fiind cea care acţionează mecanismele vii. (fig. 5. Schema fotosintezei).

Această figură conţine numai elemente îndeobşte cunoscute. Totuşi mi-a fost de ajutor la elucidarea acelor trei aspecte esenţiale ce constituiau cheile de boltă ale raţionamentului meu. În primul rînd mi-a arătat că forţa motrice a vieţii o constituie de fapt electronii, mai precis acea energie pe care electronii o cedează în timp

ce se prăvălesc ca o cascadă, de la nivelul înalt unde ajunseseră cu ajutorul inducţiei fotonice. Un electron care evoluează pe orbită este purtă-

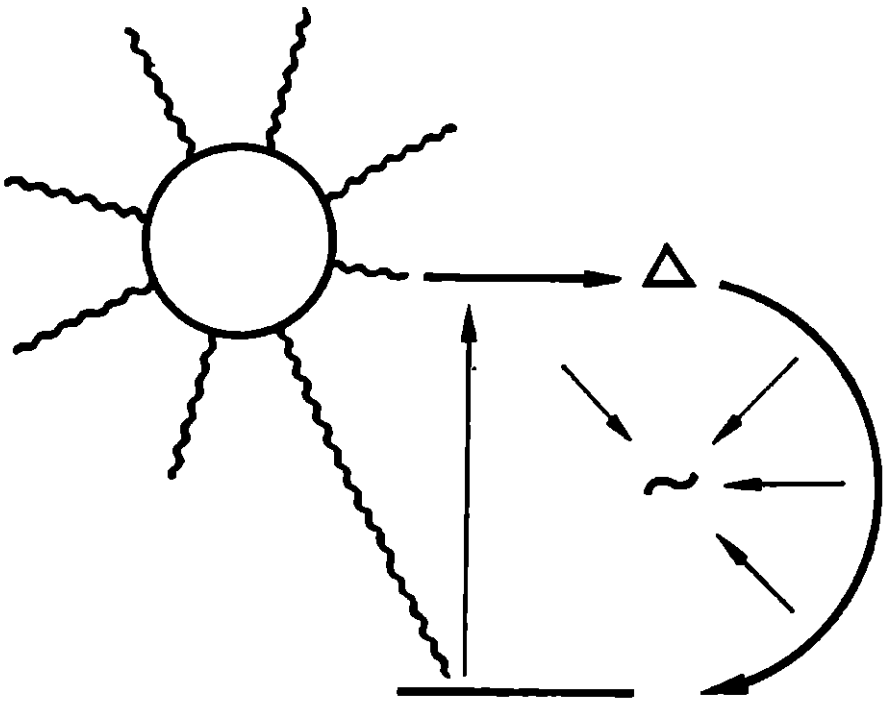

Fig. 5 Schema fotosintezei

torul unei cantităţi mici de curent electric. Astfel viaţa este activată de o cantitate minimă de curent, întreţinut de radiaţia solară. Toată complexitatea metabolismului intermediar nu este decît o dantelărie în jurul acestui fapt fundamental. Al doilea element este faptul că în urma electronilor nu rămîne decît ATP şi NADH sau NADPH. Deci aceste substanţe sînt adevăraţii combustibili ai vieţii. Al treilea aspect este legat de faptul că electronii participă solitari la acest circuit. Prin inducţie electronii capătă energie unul după altul, apoi trec prin seria de citocromi, tot unul după altul, întrucît atomul central de fier nu este capabil decît de o singură modificare de valenţă. Se pare că electronii circulă solitari pe tot parcursul circuitului. La sfîrşitul acestui capitol voi explica de ce atribui atîta importanţă acestor aspecte.

Trebuie să mă reîntorc la anii mei de şcoală, cînd învăţam că forţa motrice a vieţii provine din procese de ardere, iar energia de oxidare se eliberează prin reacţii între molecule ce se ciocnesc. Cînd molecula X se ciocneşte cu molecula Y şi o oxidează, energia liberă a sistemului scade cu valoarea $\triangle$ F, iar despre energia $\triangle$ F s-a presupus că este forţa motrice a vieţii. X şi Y, ca alte molecule, formează sisteme închise şi în cursul interacţiunii lor ia naştere XY. Nu am putut înţelege niciodată cum o modificare petrecută în cadrul unui sistem închis poate constitui forţa motrice a ceva ce se află în afara sistemului. Situaţia seamănă cu eliberarea energiei într-o cutie închisă. Astfel, $\triangle$ F rămînea numai unul din termenii contabilităţii mele termodinamice şi nu se transforma în ceva cu care puteam cumpăra altceva [1].

Conform schemei propuse în fig. 5, electronul ce revine la starea iniţială înseamnă cu totul altceva : el reprezintă un mic curent cu ajutorul căruia se poate acţiona orice, fie un dinam, fie un mecanism muscular, sau pot fi realizate legături macroergice. Pentru realizarea, cu ajutorul său, a legăturilor macroergice, ar trebui doar să interpunem o *cutie neagră* [2] între cele două niveluri amintite ale electronilor. În această cutie s-ar introduce în partea superioară electroni de mare energie, ADP şi fosfat, pentru a obţine în partea inferioară ATP şi electronii obosiţi (fig. 6). Dacă ulterior am avea ca scop să furnizăm forţă motrice vieţii cu ajutorul acestui ATP,

---

[1] „Contabilitatea" termodinamică are o mare importanţă fiindcă ne fereşte de a spune lucruri absurde. Trebuie să punem de acord *debitul* cu *creditul*, iar cifrele finale să corespundă în mod necesar următoarelor două legi fundamentale. Prima este că nu poţi să primeşti ceva fără să dai în schimb, şi un cont la bancă nu poate fi suprasolicitat ; iar a doua, că orice afacere comportă plăţi. Astfel, termodinamica ne spune doar dacă o reacţie sau alta este posibilă, dar nu ne lămureşte cu privire la natura şi mecanismele ei.

[2] În limbaj curent, prin *cutie neagră* înţelegem o reacţie necunoscută care mai tîrziu, să sperăm, va fi clarificată.

atunci ar trebui doar să întoarcem cutia cu susul în jos, să introducem ATP pe o parte, pentru ca în cealaltă parte să obţinem electroni cu nivel

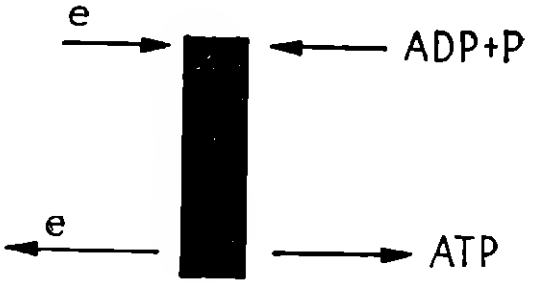

Fig. 6 Schema fosforilării oxidative

mare de energie (şi ADP + fosfat). (fig. 6. Schema fosforilării oxidative).

Deci întrebarea cum poate ATP să dea forţă motrice vieţii, cum poate să producă contracţie în muşchi, pentru mine se reduce momentan la problema modului în care energia legăturilor macroergice din ATP se poate transforma în energia electronilor.

Călătoria solitară a electronilor reclamă, de asemenea, explicaţii suplimentare. La şcoală am învăţat că agenţii reducători organici sînt substanţe în stare să cedeze doi hidrogeni sau doi electroni şi totodată agenţii oxidaţi sînt în stare să accepte doi hidrogeni sau doi electroni, existînd astfel două stări stabile care se deosebesc prin doi hidrogeni sau doi electroni [1]. Îi citez pe Michaelis şi Schubert : „În cazul compuşilor organici reducerea este de obicei bivalentă, adică este însoţită de acceptarea a doi electroni. Acest lucru este valabil aproape fără excepţie, iar compuşii organici stabili, consideraţi moleculă cu moleculă, conţin electroni în număr par".

Aici esenţial este că în acest proces redox bivalent, cele două molecule, cea a substanţei oxi-

[1] Hidrogenii şi electronii sînt noţiuni de valoare egală, întrucît cu ajutorul unui proton o sarcină negativă poate fi schimbată în hidrogen şi viceversa :

$$A^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons AH_2$$

dante şi cea a celei reducătoare, se întîlnesc; prin pierderea, respectiv cîştigarea, a doi electroni, ele capătă o configuraţie nouă, stabilă, apoi se separă. Mi-a fost imposibil să înţeleg cum ar putea modificarea de energie liberă din cadrul unei asemenea întîlniri, cu toată reorganizarea internă ulterioară a structurii moleculare, să furnizeze indiferent cui forţă motrice. Situaţia nu s-a schimbat nici atunci cînd Michaelis a descoperit oxidarea monovalentă. Folosind cuvintele sale, „toate oxidările moleculelor organice, *deşi oxidarea este bivalentă*, se petrec în două trepte succesive monovalente, iar stadiul intermediar reprezintă un radical liber"[1]. Astfel în concepţia lui Michaelis situaţia este analoagă cu cea din arca lui Noe, în care animalele trebuiau să urce numai două cîte două. Doar că Michaelis nu permite animalelor să urce pe punte decît unul cîte unul.

Deosebirea este importantă. O reacţie de oxidoreducere bivalentă este o reacţie chimică clasică, însoţită de reorganizarea structurii moleculei, în timp ce transferul monovalent de electroni, în care electronul trece singur la o altă moleculă, înseamnă curent redus şi nu implică în mod necesar reorganizarea moleculei. În fig. 4 ocupă loc puţin ceea ce de obicei exprimăm prin formularea sintetică *metabolism intermediar*, care constă dintr-o serie de reacţii chimice clasice şi de care nu ne mai preocupăm în cele ce urmează, în atenţie rămînînd ceea ce este reprezentat prin semicerc şi dă forţa motrice a vieţii : curentul, cascada electronilor solitari cedîndu-şi energia fragmentat, în rate. Curentul

[1] W. G. Westheimer a contestat aplicabilitatea generală a acestei afirmaţii şi a enumerat exemple în care oxidarea a putut avea loc fără formarea de radicali liberi, produşi intermediari. Deci, după concepţia lui Westheimer, în citatul de mai sus cuvîntul „toate" ar trebui înlocuit prin „multe".

poate face multe, însă orice ar face, nici o acțiune a sa nu poate fi descrisă în termenii chimiei clasice. Electronul călător aparține lumii norilor de electroni, schimbătoare ca formă și distribuție, sălășluind în regnurile submoleculare unde guvernează legile mecanicii cuantice[1].

1960

[1] Această deosebire între reacțiile chimice clasice și transferul monovalent de electroni nu este anulată nici de faptul că rezultatul în ultimă instanță este tot o reacție chimică clasică, produsul final al unor serii de modificări cuantice. De asemenea, deosebirea rămîne valabilă în pofida faptului că ATP ia naștere și în cursul metabolismului intermediar.

MOBILITATEA ENERGIEI E^* ŞI ORGANIZAREA *

Nici o formă de energie nu poate fi mobilă dacă nu există un suport capabil să o transmită. De aceea, dacă dorim să căutăm acele forme de energie mobilă care pot participa în procesele de transmisiune biologică a energiei, atunci va trebui să luăm în considerare nu numai energia însăşi, ci şi mecanismele cu ajutorul cărora ea poate fi transmisă. În capitolul de faţă voi trece în revistă exemple de mobilitate a energiei şi calităţile cerute unui mediu conducător, lăsînd deschisă problema care din aceste mecanisme joacă de fapt un rol în sistemele vii. Existenţa unei asemenea transmisiuni este vizibilă în exemplul fotosintezei, în care o mare cantitate de molecule de clorofilă participă la reducerea unei singure molecule de CO_2 (Arnold şi Meek).

Sisteme conjugate, π-electroni şi treceri n, π

Dacă molecula conţine un sistem de legături duble conjugate, ea are, de asemenea, şi π-electroni, care nu mai sînt legaţi de vreun atom oarecare, ci aparţin sistemului conjugat în ansamblu, în interiorul căruia ei posedă o mobilitate mai mare sau mai mică. Cînd un asemenea π-electron absoarbe energie şi se excită trecînd pe un nivel energetic superior π^*, atunci energia E^* va aparţine întregului sistem şi va putea produce modificări în orice punct al lui. Un asemenea sistem conjugat vast posedă purina din

* *Bioenergetica*, Bucureşti, Editura ştiinţifică, 1962, p. 20—29. După *Bioenergetics* ③. Academic Press, New York, 1957.

ATP, cît şi pirimidinele, compuşii aromatici izociclici sau carotenii cu lanţurile lor lungi, construiţi din verigi izoprenice.

Catalizatorii biologici şi cofactorii conţin adesea incluşi în sistemele lor conjugate sau legate de ele atomi de N, O şi S. Aceşti atomi posedă perechile lor de electroni „nelegaţi", „singulari", care pot fi excitaţi pe un nivel — π^* şi care completează în acest mod fondul comun al electronilor π *. Aceste aşa-numite treceri n, π^*, descoperite de Mac-Murry şi Mulliken, au unele însuşiri specifice : durata vieţii, a stărilor de excitaţie este în mod considerabil mai lungă decît pentru trecerile π, π^*, iar absorbţia se deplasează odată cu creşterea electropolarităţii solventului în direcţia undelor scurte, în timp ce fluorescenţa este stinsă de acizii tari. Un solvent heteropolar cu punţile sale de hidrogen măreşte energia de disociere a acestor electroni, care sînt complet imobilizaţi de protonii acidului tare (Kasha, 1950).

Oscilatori cuplaţi

Dacă cuplăm două sisteme capabile să oscileze în mod similar, ele vor alcătui un „oscilator cuplat", iar oscilaţiile se vor transmite de la un sistem la altul şi invers. Dacă, de pildă, vom atîrna de aceeaşi sîrmă două pendule cu aceeaşi perioadă de oscilaţie şi vom pune în mişcare unul dintre ele, el se va opri curînd în timp ce celălalt va intra în oscilaţie ; după cîtva timp, cel de-al doilea pendul va transmite din nou mişcarea, împreună cu energia sa, primului ş.a.m.d.

Dacă A şi B sînt două pendule cuplate şi dacă vom însemna cu o steluţă * starea de oscilaţie, atunci.

$$A^* + B \rightarrow A + B^* \rightarrow A^* + B \rightarrow A + B^* \text{ ş.a.m.d}$$

Esenţa acestei experienţe simple constă în aceea că energia comunicată (transmisă) unuia

dintre cei doi oscilatori nu se împarte între ei şi, prin aceasta, nu se degradează pînă la valori infinitezimale, ci trece în totalitatea ei, în mod periodic, de la un pendul la celălalt. Dacă n-ar exista frecarea şi această transmitere de energie s-ar efectua fără pierderi, atunci o astfel de transmitere periodică ar dura la infinit. Diversele grupări atomice ale proteinei sînt capabile de oscilaţii, de vibraţii şi de rotaţii întocmai ca un pendul. Dacă două asemenea grupe, avînd aceeaşi frecvenţă, sînt cuplate printr-un lanţ polipeptidic, ele pot să acţioneze atunci ca oscilatori cuplaţi. Este pe deplin posibil ca toate grupele de acest gen din interiorul uneia şi aceleiaşi molecule de proteină să se comporte ca oscilatori cuplaţi, şi în acest mod energia de vibraţie, comunicată uneia dintre ele, poate fi folosită de oricare alta dintre ele. Întreaga moleculă de proteină alcătuieşte un sistem unitar, în care energia transmisă ei va aparţine întregului sistem în ansamblu şi va putea să apară în oricare punct al său.

Cuplajul electromagnetic

Excitaţia electromagnetică poate fi de asemenea considerată ca un gen de oscilaţie. De aceea, două molecule ai căror electroni sînt capabili de o excitare similară pot să se comporte ca oscilatori cuplaţi. În acest caz, nici nu este necesar ca să existe o legătură materială (de substanţă) între ei, deoarece sînt cuplaţi prin intermediul unui cîmp electromagnetic, afară de cazul în care distanţa dintre ei nu este prea mare (raportată la lungimea de undă respectivă).

Transportul energiilor de excitaţie de la o moleculă la alta prin intermediul legăturii electromagnetice nu este numai o presupunere. Pe ea se întemeiază una dintre teoriile de bază care explică fenomenul „depolarizării concen-

trate" a fluorescenței. S-a descoperit, ca o regulă generală, că dacă o soluție diluată (pînă la concentrația de 10^{-4} M) dintr-o substanță fluorescentă este răcită pînă la o temperatură scăzută, astfel încît să se formeze o sticlă solidă, în care fiecare moleculă să-și aibă orientarea ei bine fixată, atunci lumina fluorescentă emisă de acest sistem se va polariza cu siguranță, dacă excitația a fost produsă cu lumină polarizată. Moleculele fixate în spațiu nu pot să-și schimbe planul de polarizare în intervalul dintre absorbția și emisiunea fotonului.

Dacă însă se repetă această experiență cu o concentrație mare a substanței fluorescente (de exemplu, 10^{-1} M), lumina fluorescentă emisă nu va fi polarizată. Explicația curentă este aceasta: datorită concentrației înalte, moleculele se găsesc acum foarte aproape unele de altele și, cum ele sînt cuplate printr-un cîmp electromagnetic, energia E^* se transmite de la una la alta mai înainte decît ar putea fi emisă sub forma unui foton. Diversele molecule, cărora li se transmite E^*, au o orientare întîmplătoare și de aceea se pierde legătura fixă între planul de polarizare al luminii primare de excitație și planul de polarizare al luminii fluorescente; împreună cu ea se pierde și polarizarea luminii fluorescente. Aceasta se întîmplă atunci cînd distanța medie statistică între moleculele dizolvate este

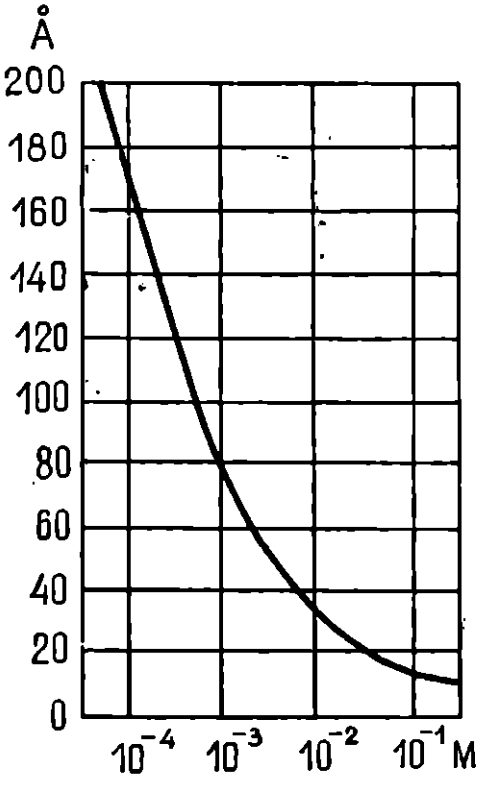

Fig. 7 Corelația dintre distanța medie statistică a moleculelor și concentrația molară a substanței dizolvate

mai mică decît distanţa la care este posibil un asemenea transfer de energie prin rezonanţă. În fig. 7 este reprezentată dependenţa distanţei medii statistice a moleculelor şi concentraţia molară a substanţei dizolvate. Determinînd concentraţia la care dispare polarizarea fluorescenţei putem, în consecinţă, să găsim distanţa la care devine posibilă interacţiunea electromagnetică a moleculelor. Această distanţă critică poate depăşi chiar 100 Å, ceea ce corespunde unei concentraţii de ordinul 10^{-3} M. Diametrul multor macromolecule este de acelaşi ordin, aşa încît E^* poate migra între grupele atomice ale uneia şi aceleiaşi macromolecule sau ale unor macromolecule vecine, ca o consecinţă a legăturii lor electromagnetice. Este necesar să se demarce în mod deosebit o particularitate a acestui mecanism de migrare a energiei: la el nu participă fotonii. Lucrurile nu se întîmplă ca şi cum prima moleculă, după ce a absorbit lumină, ar emite din nou un foton, care apoi ar fi absorbit de molecula a doua. Procesul se produce fără participarea fotonilor şi este condiţionat doar de cuplajul electromagnetic direct dintre cele două molecule.

Transferul energiei E^*, ca rezultat al unui cuplaj electromagnetic, se poate produce nu numai între molecule asemănătoare, ci şi între moleculele substanţelor diferite. Un asemenea transfer de energie este în mod special facilitat atunci cînd spectrul de fluorescenţă al moleculei A este acoperit într-o măsură considerabilă de spectrul de absorbţie al moleculei B, care acceptă energia E^*. În afara acestei „suprafeţe de suprapunere", probabilitatea procesului depinde de durata stării de excitaţie a moleculei A^* şi de lungimea de undă. De aceşti factori depinde, prin urmare, şi distanţa la care se poate produce o asemenea transmisiune de energie.

În realitate, s-a demonstrat că o asemenea transmisiune de energie există în sistemele bio-

logice. Arnold și Oppenheimer au arătat că energia luminii absorbite de pigmentul ficocianină în algele verzi este transmisă cu o mare eficacitate clorofilei, cu ajutorul mecanismelor realizate de un asemenea cuplaj electrodinamic. La rîndul său, clorofila transmite energia verigilor următoare ale aparatului fotosintetic, care construiesc cu ajutorul ei hidrocarbonate, transformînd energia E^* în (E). Duysens a dezvăluit un proces analog de transmisiune a energiei de la carotenoizi la clorofila *b* — la algele albastre și roșii și de la clorofila *b* la clorofila *a* — la alga verde *Chlorella*.

Benzi energetice, „teoria continuității"

Dacă un sistem fizic prezintă o ordine riguroasă în ce privește dispoziția atomilor săi (așa cum se întîmplă cu cristalele și, probabil, și cu proteinele), atomii lui își deranjează unii altora orbitele, iar energia acestor nivele poate să fuzioneze într-un singur nivel comun, într-o bandă de energie practic continuă.

Dacă o asemenea „bandă" sau „zonă" este saturată, adică conține numărul maxim posibil de electroni ($2n$, dacă n reprezintă numărul atomilor), atunci energia nu va mai putea fi transportată de acești electroni. Dacă însă „banda" nu este saturată, atunci electronii ei pot fi accelerați într-o direcție anumită, devenind capabili de a transmite energia. Tocmai în acest fel metalul conduce electricitatea.

Dacă o substanță are benzile superioare complet saturate iar benzile inferioare nesaturate, atunci ea va fi un izolator sau un dielectric. Totuși, dacă distanța între banda superioară saturată și cea inferioară nesaturată nu este prea mare, atunci electronii vor fi transportați dintr-o bandă inferioară într-una superioară, ceea ce va face ca substanța să devină bună conducătoare de electricitate. Dacă distanța între cele două zone este mică, atunci chiar și o

simplă excitare termică va fi suficientă pentru a produce această transformare. În acest caz, substanța este un „semiconductor". Fotonii absorbiți de substanță pot produce același efect, denumit „fotoconductibilitate". Încă mai de mult (1946—1947) am arătat că s-ar putea ca proteinele să aibă o structură electronică, analogă structurii electronice a semiconductorilor. Evans și Gergely au arătat că legăturile de hidrogen din interiorul moleculei de proteină pot crea condiții care să ducă la apariția unor asemenea benzi energetice continui, deși rezultatele acestor autori încă nu sînt concludente. Prin calcule s-a obținut o distanță prea mare între marginea superioară a zonei saturate și marginea inferioară a zonei nesaturate ; pentru transmiterea electronului de pe o bandă inferioară pe alta superioară ar fi necesară o energie de ordinul a 100 000 cal/mol.

Există și dovezi experimentale pentru natura semiconductoare a substanțelor biologice. Eley, Parfitt, Perry și Taysum au descoperit însușiri semiconductoare ale albuminei din plasmă, ale fibrinogenului și edestinei. Distanța dintre banda superioară saturată și banda inferioară nesaturată s-a dovedit a fi ceva mai mică decît cea calculată de Evans și Gergely, și anume s-a stabilit că apa scade valoarea energiei necesare pentru a arunca electronii peste acest interval.

W. Arnold a arătat de curînd că cloroplastele pot să „acumuleze lumină", adică să conserve energia fotonilor absorbiți pe care, după aceea, prin încălzire, o emit din nou sub formă de lumină. Ar fi greu să explici acest fenomen altfel decît admițînd existența unor benzi energetice.

Electronii ridicați pe banda superioară sînt prinși în „capcane" sau pe „nivele de captură", adică se află prinși dintr-o dată într-o „groapă", din care nu mai pot fi scoși decît prin excitație termică. Valoarea diferențelor de energie între benzi s-a dovedit mai mică decît o calculaseră Eley ș.a., ceea ce face ca energia necesară

pentru transportul electronului în banda superioară nesaturată să fie cuprinsă în limitele posibilităţilor biologice.

Benzile de conductibilitate nu se termină în mod obligatoriu la graniţa moleculei proteice. Dacă contactul între două molecule este suficient de intim atunci zonele lor se pot contopi, legînd în acest fel molecule izolate de proteină într-un sistem comun.

Migraţia energiei de-a lungul moleculei de proteină constituie un fapt experimental. Primul exemplu de o asemenea migraţie a fost dat de experienţele lui Bucher şi Kaspers, care au arătat că lumina absorbită de proteină în mioglobină provoacă disocierea CO legat de hem. Energia fotonului, absorbită de proteină, se deplasează mai întîi în molecula de proteină, iar mai apoi prin hem, înainte de a ajunge la CO. Dacă există vreun fapt care să limiteze valoarea acestui rezultat, acesta ar fi posibilitatea ca energia să poată migra prin proteină sub forma unei unde acustice şi nu sub forma excitaţiei electronice. Rezultatele cercetărilor lui Bannister, care a arătat că lumina absorbită de proteina numită ficocianină este emisă ca lumină de fluorescenţă de către cromoforul acestei cromoproteide, exclud, totuşi, această posibilitate. Tot atît de convingătoare sînt şi experienţele lui Shor şi Pardee, care au combinat coloranţi fluorescenţi cu proteine şi au găsit că fotonii absorbiţi de proteină provoacă fluorescenţa acestor coloranţi, în unele cazuri chiar cu un randament de 100%. Aceşti autori au lăsat însă deschisă problema mecanismului de transfer al energiei, dar înclină să-l explice prin prezenţa unei legături de rezonanţă între aminoacizii aromatici ai proteinei absorbante de energie şi colorantul fluorescent. În acest caz, transferul de energie se realizează nu prin proteină, ci prin intermediul cîmpului electromagnetic.

După cum s-a arătat la începutul acestui capitol, eu las deschisă problema *care* anume din aceste mecanisme de migrare a energiei joacă

un rol în biologie şi dacă într-adevăr vreunul din ele joacă un asemenea rol. Posibilităţile sînt multiple. Astfel, de pildă, grămezile formate din bazele heterociclice purinice şi pirimidinice care, conform modelului lui Watson şi Crick, formează baza DNA (şi, posibil, a RNA) pot crea condiţii pentru migrarea energiei prin cuplaj electrostatic, aşa cum se întîmplă şi cu coloranţii lui Sheibe, ale căror molecule formează aceste grămezi şi conduc energia E*. Încă mai înainte (în 1955) am descoperit că unele proteine posedă o fluorescenţă mai puternică decît ar fi de aşteptat în cazul însumării aditive a fluorescenţei părţilor lor componente. Aceasta demonstrează că energia *E** a moleculei este determinată de structură în ansamblul ei. Asemenea mecanisme de conducere a energiei pot, probabil, să explice disproporţiile dintre cantitatea de medicamente sau hormoni şi masa sistemelor asupra cărora acestea acţionează. Aşa după cum un sistem complex de conductori electrici poate fi scos din circulaţie prin defectarea izolaţiei sau prin întreruperea contactului într-un punct, tot astfel sistemul biologic al conductorilor electrici poate fi scos din circulaţie, dacă îl defectăm într-un punct anumit, aşa cum se întîmplă în grămezile moleculelor de colorant, studiate de Scheibe, în care migraţia energiei poate fi tulburată cu ajutorul unei singure molecule de hidrochinonă.

1957

OBSERVAȚII DIVERSE *

Narcoza

După ce Overton a emis teoria sa, de problema narcozei s-au ocupat numeroși cercetători. Mulți dintre ei au emis teorii noi. Această apariție periodică de noi și diverse teorii dovedește că nici una dintre ele nu a căpătat o recunoaștere unanimă și încă nu știm pînă la ora actuală ce este narcoza. Dacă teoria noastră în ceea ce privește energia E^* este justă, atunci ne putem aștepta ca unele probleme vechi, nerezolvate, să apară, cu ajutorul ei, într-o lumină nouă. În consecință, s-ar putea ca teoria noastră să ne sugereze cîte ceva privitor la narcoză.

O soluție apoasă de acridin-oranj (10^{-4} M) produce sub o lampă ultravioletă o fluorescență galbenă-verzuie. Prin înghețare, fluorescența este înlocuită de o slabă fosforescență cafenie. Ca și în cazul rodaminei, această fosforescență poate fi intensificată prin adăugarea unor substanțe pînă la o emisie de lumină roșie-aprinsă. În acest sistem fosforoscopul lent nu descoperă vreo fosforescență de durată.

Dacă vom dizolva colorantul într-o soluție apoasă de cortizon în loc de apă atunci nu numai că vom descoperi o oarecare intensificare a acestei slabe fosforescențe, dar vom vedea că durata ei de viață se lungește considerabil. Prin observare cu ajutorul fosforoscopului lent, constatăm că eprubeta devine puternic luminescentă ; dacă vom întrerupe brusc iluminarea, post-luminescența va putea fi observată și cu ochiul liber. În acest mod, interacțiunea apei și a colorantului este modificată de steroid care este prezent într-o concentrație foarte slabă,

* *Ibidem*, p. 61—63, 140—145.

deoarece cortizonul este foarte puţin solubil în apă ($6{,}5 \cdot 10^{-5}$ M). Interacţiunea nemijlocită dintre colorant şi steroid este puţin probabilă, deoarece numărul de molecule de steroid este prea mic şi nu s-a observat pînă acum nici o afinitate selectivă între moleculele de steroid şi cele de colorant. Ne putem aştepta ca moleculele de steroid să structuralizeze apa din jurul lor într-o reţea cubică ; este pe deplin raţională presupunerea că prelungirea duratei de viaţă a stării excitate să fie condiţionată de interacţiunea dintre moleculele excitate şi electronii lor cu acest sistem format din cortizon şi din apă.

Cloroformul este solubil în apă într-o măsură redusă (0,014 M) şi, totuşi, dacă a 1/50-a parte dintr-o soluţie apoasă saturată este adăugată soluţiei de cortizon şi de colorant, atunci, prin îngheţare, fosforescenţa de durată nu va mai putea fi observată, deşi emisia de lumină se va intensifica, în ciuda prezenţei narcoticului. Se poate presupune că steroidul hidrofob atrage moleculele de cloroform care schimbă legătura lui cu apa şi în acest mod schimbă structura apei, răspunzătoare de prelungirea duratei de viaţă a moleculelor excitate ale colorantului. Deoarece concentraţia cloroformului în sistemul nostru este foarte scăzută ($3 \cdot 10^{-4}$ M sau mai puţin), pare pe deplin posibil ca acest narcotic să inhibe funcţia sistemului nervos central *in vivo*, influenţînd interacţiunea dintre lipide şi apă, tulburînd prin aceasta energia E^* şi, probabil, scurtînd durata stărilor excitate. Abolirea totală a fosforescenţei de durată constituie o manifestare extremă a acestui tip de acţiune. Acţiuni mai puţin intense pot induce schimbări mai fine şi pot fi responsabile de o mare varietate de simptome, generate în sistemul nervos central de diverse medicamente. În paragrafele precedente ale acestei cărţi am avut în vedere numai interacţiunea nemijlocită între două substanţe A şi B. Este necesar ca — prin analogie cu experienţa cu acridin-oranj, cortizon şi cloroform descrisă mai sus — pentru înţelegerea rolului medica-

mentului să fie examinată, de asemenea, şi acţiunea indirectă în care medicamentul, pesemne, nu influenţează direct colorantul ei, ci pare să acţioneze prin modificarea interacţiunii unei a treia substanţe cu apa. Desigur, aceasta nu exclude posibilitatea ca înseşi moleculele excitate să fie supuse influenţei narcoticului dacă au o afinitate pentru el. O asemenea afinitate are rodamina B ; aceasta decurge din faptul că narcoticul poate fi separat din apă împreună cu cloroformul sub forma unei anhidride incolore. Dacă acestei soluţii apoase de rodamină îi adăugăm o zecime dintr-o soluţie apoasă saturată de cloroform, atunci prin îngheţare ulterioară şi prin iluminare rodamina nu va trece în starea tripletică şi nu va avea obişnuita sa fluorescenţă vie. Faptul că aceste modificări nu sînt condiţionate nemijlocit de tulburarea apei de către cloroform este demonstrat de însuşi faptul că saturarea cu eter nu mai produce acelaşi efect, deşi eterul are o mai mare solubilitate în apă decît cloroformul. Eterul nu are afinitate faţă de rodamină, dar anihilează cu uşurinţă fosforescenţa de durată dacă adăugăm sistemului acridin-oranj-cortizon a 1/50-a parte dintr-o soluţie apoasă saturată.

Timusul [1]

Extirparea timusului exercită adeseori o influenţă binefăcătoare asupra bolnavilor de miastenie. Prin urmare există o oarecare legătură între această maladie şi hiperfuncţia timusului. Dacă miastenia este legată de timus, iar miotonia este reflectarea ei în oglindă, atunci trebuie să existe o oarecare dependenţă între această glandă şi miotonie, care probabil este legată de hipofuncţia timusului.

Există o disproporţie curioasă între dimensiunile timusului şi volumul cunoştinţelor

[1] Timusul este o glandă cu secreţie internă situată în cavitatea toracică.

noastre asupra funcţiilor lui. Dacă această glandă face parte, într-adevăr, din grupa glandelor cu secreţie internă, atunci în prima copilărie ea este cea mai mare dintre aceste glande. Cunoştinţele noastre despre ea, ca şi despre funcţiile ei, sînt aproape egale cu zero. Din motive necunoscute, timusul nu a atras atenţia cercetătorilor. Tratatele de endocrinologie, de pildă cartea lui Pincus şi Timann, nu-i consacră nici măcar un capitol special. Această lipsă de interes este probabil determinată de faptul că timusul poate fi extirpat fără vreo consecinţă nocivă. Dacă omul nu-l înlătură, atunci natura însăşi îl exclude, atrofiindu-l în perioada pubertăţii. Or, dacă putem trăi fără el, înseamnă că funcţia lui nu poate fi chiar indispensabilă. Această logică pare ireproşabilă. Problema este însă dacă natura nu procedează conform logicii sale proprii.

Din punct de vedere histologic, timusul este constituit dintr-un ţesut limfoid şi, împreună cu splina, măduva spinării şi glandele limfatice, constituie o parte componentă a sistemului limfatic, deşi prezintă şi unele particularităţi. Aşadar, dacă timusul este o glandă cu secreţie internă, e perfect posibil ca întregul sistem limfatic să reprezinte şi el o glandă cu secreţie internă, deşi mai poate avea şi alte funcţii. Se poate presupune că această glandă produce o substanţă care ia parte la construirea organismului, la sinteza proteinelor de care corpul are mare nevoie mai ales în copilărie, cînd creşterea organismului este foarte intensă. De aceea, în această perioadă s-ar putea ca sistemul limfatic să fie complementat de timus. În perioada tinereţii, cînd construcţia corpului a fost terminată, această glandă complementară se atrofiază. Prin aceasta s-ar explica de ce extirparea timusului nu produce tulburări chiar dacă funcţia lui are o mare însemnătate : la o anumită vîrstă îndeplinirea acestei funcţii este preluată de restul sistemului limfatic. Exemple de asemenea compensaţie sînt nume-

roase. Aşadar, logica noastră poate să nu fie chiar ireproşabilă şi s-ar putea, la nivelul actual al cunoştinţelor noastre, ca întregul sistem limfatic să reprezinte o singură mare glandă cu secreţie internă, poate chiar cea mai mare şi cea mai importantă. Această consideraţie a fost pînă acum trecută cu vederea numai datorită faptului că este mult prea evidentă. Presupuneri analoge ar putea explica de ce înlăturarea timusului acţionează favorabil numai la o parte dintre bolnavii de miastenie. Dacă miastenia este condiţionată de o tulburare a funcţiilor sistemului limfatic, atunci rezultatul extirpării timusului depinde de măsura în care această tulburare era localizată în timus.

Pentru miastenie este caracteristică o oboseală puternică a muşchilor. Am fost adeseori frapat de faptul că copiii obosesc repede. Am ajuns aproape la concluzia că toţi copiii sînt miastenici. Un cătel adult poate să întreacă aproape toate celelalte animale, dar un copil de trei ani, care are aproape aceeaşi cantitate de muşchi la o greutate egală a corpului, oboseşte după o plimbare scurtă şi este incapabil să ridice o greutate mai mare. Ar urma de aici că natura se îngrijeşte ca, atunci cînd procesul de creştere se petrece cu deosebită intensitate, intensificarea acestei funcţii să nu-l împiedice. Este pe deplin posibil ca una şi aceeaşi substanţă să participe în procesul de construire a corpului şi în acelaşi timp să menţină muşchiul la un nivel funcţional scăzut.

Presupunerea că timusul (şi probabil şi alte părţi ale sistemului limfatic) produce o substanţă care participă la sinteza proteinelor găseşte o oarecare confirmare în observaţiile lui Gudernatsch, ale cărui lucrări asupra timusului au atras atenţia încă de acum cîteva decenii. Gudernatsch a arătat că la mormolocii crescuţi pe mediu format din timus se observă întîrzierea metamorfozei şi o creştere intensă, din care cauză ei se transformă în mormoloci giganţi. Încercările de a extrage substanţa ac-

tivă care produce acest efect au dat greş, iar interesul pentru timus a scăzut treptat, lăsînd impresia că el furnizează mai curînd un „factor nutritiv" decît un hormon de creştere. Teoria hormonală a fost reînviată mai tîrziu de experienţele lui Harms, care a stabilit că la larvele de salamandre, după înlăturarea timusului, apare o atrofie generală care poate fi înlăturată prin transplantarea acestei glande. Harms a arătat, de asemenea, că nutriţia cu substanţe tiroidiene produce o acţiune opusă acţiunii timusului. În timp ce timusul întîrzie metamorfoza şi favorizează creşterea, tiroida favorizează metamorfoza şi inhibă creşterea. Primul produce mormoloci giganţi, cel de-al doilea — broscuţe pitice ; aceasta sugerează ideea că între aceste două substanţe există un oarecare antagonism. Nu este necesar să citäm literatura care tratează această problemă, deoarece ea a fost indicată foarte bine de Gudernatsch şi Harms. În concluzie, putem spune că exprimînd toate posibilităţile sub forma unor funcţii ale timusului integrala lor va fi nulă.

Tehnica de extracţie s-a perfecţionat aşa de mult în ultimul deceniu, încît de obicei extracţia principiului activ nu reprezintă în sine nici o problemă. Succesul depinde de experimentarea (testarea) asupra unei substanţe necunoscute, care ne dă posibilitatea să stabilim cantitatea, în diversele fracţii, în procesul mînuirii. Dificultatea constă în aceea că trebuie să găsim testul pentru o anumită substanţă care ea însăşi trebuie să fie determinată prin acest test. Avem de a face cu un cerc vicios care trebuie într-un fel sau altul să fie rupt.

În această direcţie autorul a întreprins o încercare nereuşită, raţionînd în felul următor : cantităţi mici de substanţe biologic-active — componente normale ale organismului — provoacă de obicei o acţiune asupra animalului, dacă pînă atunci a existat o carenţă în aceste substanţe la organismul respectiv. De

pildă, vitaminele produc efecte uluitoare numai în cazurile de avitaminoză. Dacă miotonia este determinată de lipsa unui hormon ipotetic al timusului, atunci caprele miotonice vor constitui obiectul-test ideal pentru acest hormon. În acest scop, au fost antrenate, după metoda lui Brown, patru capre, cu scopul măsurării timpului de fugă. După aceea li s-a injectat în fiecare zi extract de timus care conţinea în 5 ml substanţa extrasă din 150 g de timus congelat de viţel; această fracţie nu a putut fi precipitată nici izoelectric, nici cu alcool metilic, dar a precipitat într-un exces de acetonă. Rezultatele acestor experienţe sînt arătate în fig. 8. În această experienţă timpul de fugă nu a fost măsurat ca în experienţa precedentă, executată de Hajdu.

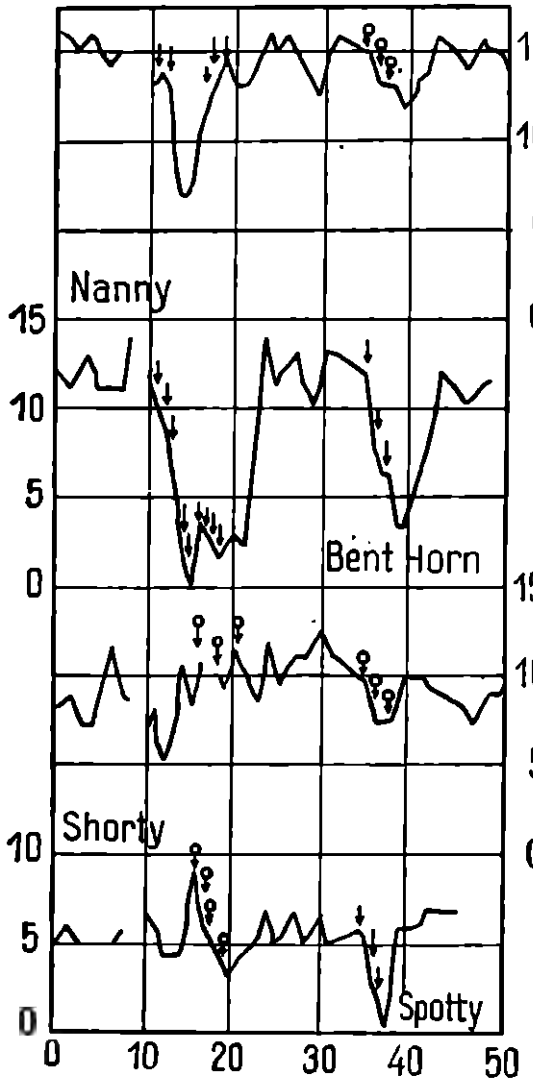

Fig. 8 Timpul de fugă al caprelor miotonice:
Abscisa — zilele; *ordonata* — timpul de fugă în secunde; *săgeţile* — injecţia cu extras de timus; *săgeţile cu cerculeţe* — injecţia cu ser fiziologic

În experienţa cu Bent Horn, Shorty şi Spotty — capre în vîrstă de aproximativ 15 luni —, rezultatele păreau să fie pozitive. În experienţa cu capra bătrînă Nanny, aparţinînd turmei iniţiale, primită în stare adultă acum patru ani, rezultatele s-au arătat negative. Fig. 8 su-

gerează ideea că în extrasul nostru este prezentă o substanţă activă capabilă să faciliteze sau să atenueze simptomele de miotonie. Extrasele nu produc un efect brusc, ci îşi dezvoltă acţiunea în mod treptat. Această acţiune se prelungeşte după injecţie şi dispare apoi complet. Prin urmare, substanţa prezentă nu acţionează ca un medicament a cărui influenţă este maximă la o concentraţie maximă.

Caprele miotonice nu sînt obiecte ideale pentru cercetare. Pentru întreţinerea lor este necesară o cheltuială serioasă de mijloace materiale şi de muncă. Măsurătorile cer timp îndelungat. Aşadar, obţinerea finală a principiului activ — dacă un asemenea principiu există — trebuie să aştepte pînă la elaborarea unui test mai simplu sau pînă la organizarea unei folosiri mai intense a caprelor, în calitate de obiecte de cercetare.

Extragerea elementului activ din timus este extrem de necesară, deoarece s-ar putea ca miotonia şi atrofia musculară să fie maladii înrudite şi ca amîndouă să fie condiţionate de activitatea hormonală a sistemului timo-limfatic.

Există un număr de observaţii care indică faptul că timusul, într-un fel oarecare, participă la sinteza nucleotidelor şi prin urmare a acizilor nucleinici, care la rîndul lor participă la sinteza proteinelor. Ca indicaţie poate servi conţinutul extrem de mare de DNA în timus. Extrasele mele de timus au dat o singură reacţie, diferită de reacţia extraselor analoge din alte organe : ele au modificat culoarea luminescenţei acridin-oranjului şi a galbenului-acridin dacă aceşti coloranţi au fost adăugaţi în concentraţii mici (10^{-4}M) şi au format un precipitat atunci cînd aceşti coloranţi au fost adăugaţi într-o concentraţie mai mare. Luminescenţa observată sub lampa ultravioletă se deplasează în cazul acridin-oranjului în direcţia roşului, iar în cazul galbenului-acridin este stinsă. Acizii nucleinici şi adenin-nucleotidele

provoacă reacţii analoge, iar comportarea extraselor mele poate fi explicată printr-un conţinut bogat de nucleotide. Complexul colorantului acridinic cu substanţa nucleică este foarte stabil, aşa încît nu este de mirare că, după cum au constatat Lewis şi Goland, coloranţii acridinici, asemănător tripaflavinei, provoacă atrofia timusului. Aceasta arată că vom putea încerca să găsim o acţiune terapeutică a derivaţilor acridinici asupra miasteniei, a cărei producere era pusă pînă acum pe seama timusului.

Colorantul galben foarte promiţător, pe care l-am extras mai înainte din timus (1955), s-a dovedit a fi un oxid al acidului ascorbic, care se găseşte din abundenţă în această glandă.

1957

DESPRE MECANISMUL DE ACȚIUNE AL MEDICAMENTELOR *

Nu este în intenția autorului de a încerca să dea un răspuns problemelor nerezolvate. Tot ceea ce speră să realizeze în această parte a lucrării este de a demonstra că, prin prisma submoleculară, unele din aceste probleme apar într-o lumină cu totul nouă, sugerînd ipoteze pentru teorii care ulterior pot conduce la experimentări eficiente.

Primul exemplu pe care vreau să-l menționez se referă la mecanismul de acțiune al medicamentelor. De multe ori efectele farmacologice și-au găsit explicația în fenomenele inhibiției competiționale. După cum o cheie nepotrivită poate pătrunde în gaura cheii, fără a fi totuși în stare să deschidă broasca, tot așa un medicament se poate atașa unei relații biologice, dislocînd o substanță naturală, fără să corespundă funcționalității respective. În legătură cu unele substanțe biologic active, de exemplu cele care conțin gruparea SH, a reieșit că acestea își exercită acțiunea prin blocarea anumitor grupe importante de atomi. În pofida cîtorva succese, mecanismele de acțiune ale majorității medicamentelor au rămas însă neelucidate. Acesta este cazul de exemplu cu majoritatea alcaloizilor și tot astfel cu hormonii, „medicamente" produse gratis de organismul nostru. Acțiunea lor farmacologică deschide perspective largi cercetării, dar prezenta abordare nu poate fi decît foarte limitată. Se poate pune de exemplu întrebarea dacă transferul de sarcini nu joacă un

* *Az élő állapot*, p. 92—99. După *Introduction to a Submolecular Biology*. ©. Academic Press, New York-Londra, 1960.

asemenea rol în acţiunea medicamentelor încît unele dintre acestea să funcţioneze ca donori sau acceptori de electroni. Este greu de prevăzut efectul biologic al unui asemenea transfer de sarcini, întrucît acest efect nu depinde numai de primirea sau pierderea de electroni de către moleculă, ci şi de locul acţiunii. De exemplu, membrana celulară care domină funcţionarea celulei are de cele mai multe ori sarcină negativă în interior şi pozitivă în exterior. Deci electronii cedaţi în interior măresc sarcina negativă ducînd la hiperpolarizare şi prin aceasta la inhibiţie, pe cînd electronii cedaţi în exterior micşorează tensiunea şi vor produce excitaţie ; şi viceversa în cazul acceptorilor de electroni. Ne putem aştepta să obţinem şi rezultate paradoxale. Să presupunem că o substanţă biologică îşi exercită acţiunea prin transfer de electroni. Un medicament avînd acţiune de donor de electroni poate intra în competiţie cu un compus natural, ca acceptor de electroni pentru acesta din urmă. În acest mod medicamentul tulbură procesul normal al transmiterii electronilor, cu toate că el însuşi este un compus ce transmite electroni şi poate avea o acţiune ce corespunde cu inhibarea transferului de electroni. În pofida tuturor acestor incertitudini, probabil că există totuşi o relaţie definită. Dacă o substanţă biologică îşi poate exercita efectul biologic prin cedare sau primire de electroni, acea substanţă trebuie să posede însuşiri specializate de acceptor sau donor de electroni.

În paginile precedente am semnalat că proprietăţile de acceptor-donor pot constitui baza efectului farmacologic. După cum am arătat, compuşii cu indol sînt deosebit de buni donori de electroni şi multe substanţe biologic active conţin cicluri cu indol (serotonina, acidul lizergic, bufoteina, acidul indolilacetic). Popov, Castellani-Bisi, şi M-Craft au încercat să stabilească o legătură între efectul farmacologic, ca de pildă efectul spastic, şi transferul de electroni. Faptul că grupa OH introdusă la poziţia 5 a

moleculei de serotonină măreşte deopotrivă efectul farmacologic şi capacitatea de a transmite electroni constituie încă un indiciu că în reacţii biologice indolii acţionează într-adevăr ca donori de electroni. Serotonina este unul din cei mai buni donori întîlniţi pînă acum, valoarea *k* a celei mai mari orbite completate fiind totuşi ceva mai mică decît în cazul indolului (0,461).

Există deci parametri moleculari încă neidentificaţi care influenţează în mare măsură proprietăţile de acceptor-donor. Rolul pe care transferul de sarcini îl poate avea în efectul farmacologic este sugerat şi de faptul că diferiţi alcaloizi cum sînt chinina, nicotina, atropina, fizostigmina, morfina, stricnina, aconitina etc. în soluţie apoasă sînt buni donori de hidrogen faţă de iod [1]; la fel se comportă şi cetosteroizii, pe cînd estrogenii, cum arătam mai sus, s-au dovedit a fi donori de electroni faţă de trinitrobenzol.

Ca alte exemple pot fi citaţi nitrofenolii, în primul rînd 2,4 dinitrofenolul, precum şi halofenolii. Se ştie că trinitrofenolul are un puternic efect de blocare a fosforilării oxidative, ceea ce constituie cea mai mare enigmă a biochimiei actuale. Polinitrofenolii, la care în general electronegativitatea grupei nitro este necompensată, sînt prin aceasta foarte buni acceptori de electroni şi este de presupus că, formînd combinaţii de transmisie cu donorii de electroni, interceptează electronii de energie maximă care urmează să pătrundă în *cutia neagră* despre care am vorbit anterior. Acelaşi lucru este valabil şi în ceea ce priveşte halofenolii, al căror puternic efect asupra fosforilării a fost desco-

[1] Spectrul de adsorbţie al I_2 (în soluţie de cloroform) se schimbă în prezenţa acestor alcaloizi în aşa fel, încît punctul izobestic se decalează spre lungimi de undă mai scurte de 520 milimicroni (în jur de 400 milimicroni), în timp ce în domeniul ultraviolet se dezvoltă un spectru larg al transferurilor de sarcini. În cazul nicotinei, spectrul caracterizînd transferul de sarcini se dezvoltă încet, aproximativ într-o oră; acest tip de reacţie lentă este caracteristic pentru multe cazuri de transfer de sarcini.

perit de Clowes şi Krahl. Efectul lor este mai puţin specific decît al nitrofenolului (Middlebrook şi colaboratorii). Trebuie reamintit că unul dintre cei mai importanţi reglatori ai oxidării celulare, un hormon, tiroxina, este de asemenea un halofenol conţinînd cel mai electronegativ halogen, iodul. Tiroxina blochează fosforilarea oxidativă. Ea acţionează foarte lent, în aproximativ 48 ore, o încetineală frapantă, caracteristică multor reacţii de transfer, pe care a analizat-o şi R. H. Steele cu prilejul exemplului oferit de formarea foarte lentă a complexului dintre rodamina B şi diclorfenol [1].

Compuşii nitro favorizează, de asemenea, ca electronii atraşi să treacă în stare de triplet. Acelaşi lucru este de aşteptat — datorită atomului foarte greu de iod — şi din partea tiroxinei.

B. Kaminer a mers pe altă linie de idei, încă nepublicate. Preparatul obţinut din muşchiul neted *(proboscis)* de la *Phascolosoma* (vierme marin) nu a manifestat ritmicitate spontană în stare denervată. Serotonina — un donor de electroni — s-a dovedit ineficace. Dar dacă preparatul a fost tratat în prealabil cu un compus care era bun acceptor de electroni, serotonina a provocat contracţii ritmice. S-a obţinut, de asemenea, şi efectul invers : după tratarea cu serotonină, acceptorii de electroni au provocat contracţii ritmice.

Inventarierea medicamentelor cu acţiune farmacologică specială apare ca un procedeu justificat în vederea descoperirii de noi argumente privind relaţia dintre transferul de electroni şi efectul farmacologic, punîndu-se întrebarea . posedă oare aceste substanţe proprietăţi speciale ca donori sau ca acceptori de electroni ? În măsura în care efectul biologic specific al medicamentului respectiv este consecinţa unui

[1] Vezi *Bioenergetics* (Szent-Györgyi A., Academic Press, New York 1957), p. 54, note privind efectul inhibitor al acidului diclorfenoxiacetic asupra consumului de oxigen ; *idem*, p. 122.

transfer de electroni, în aceeaşi măsură ar trebui ca medicamentul să aibă proprietăţi deosebite — ca donor sau acceptor de electroni.

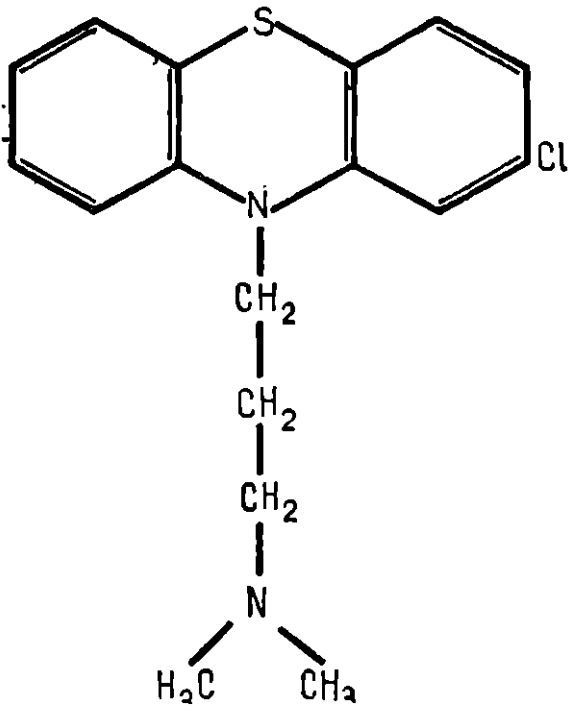

Fig. 9 Clorpromazina

Un asemenea medicament cu acţiune biologică unică este clorpromazina, cu efect tranchilizant[1] (fig. 9), folosit pe scară largă în tratamentul simptomelor schizofreniei. După introducerea acestui medicament, s-au eliberat multe paturi de spital, fapt cu atît mai interesant, cu cît dintre toate bolile, schizofrenia era cea care ocupa în mod cronic majoritatea locurilor din spitale. Pe baza rezultatelor obţinute, Karreman şi colaboratorii săi au calculat valorile *k* ale acestei substanţe şi au constatat că valoarea *k* a orbitei maxime atinse este excepţional de ridicată.

Fapt este că această valoare are semn negativ, adică este mai mică decît 0 (—0,210), ceea ce înseamnă că orbita nu are caracter de fixare. Asemenea valori au fost găsite anterior de către B.A. Pullman în cazul formei leuco a albastrului

[1] Autorul mulţumeşte lui Smith, Kline şi French pentru a-i fi pus la dispoziţie substanţa numită „thorazin".

de metilen sau al riboflavinei reduse. Însă aceşti compuşi nu sînt stabili, ambii se autooxidează repede prin primirea obligatorie a doi electroni. Clorpromazina este prima substanţă la care, în stare normală, stabilă, cea mai mare orbită completată nu are caracter fixator. În consecinţă, clorpromazina ar urma să fie un donor excepţional de bun de electroni univalenţi care, datorită caracterului planar al vastului său sistem de legături duble conjugate dispunînd de masa de electroni, precum şi datorită perechii izolate de electroni de la atomii de N şi S, este capabilă să formeze unele combinaţii stabile pe bază de transfer de sarcini.

Aceste idei pot servi drept puncte de plecare pentru diferite raţionamente. Dacă efectul acestui medicament ia naştere în baza proprietăţilor sale de donor de electroni, iar aceste proprietăţi pot fi calculate, ar fi posibil ca, pe bază de calcule, să fie găsite medicamente noi şi mai eficace, care sînt mai buni donori de electroni şi au un efect chiar mai favorabil decît clorpromazina. Iar dacă simptomele schizofreniei pot fi influenţate favorabil cu ajutorul donorilor de electroni, atunci poate că lipsa de electroni are un rol în apariţia acestei boli. Şi dacă acest lucru este adevărat, se pune întrebarea ce anume provoacă lipsa de electroni ? Dacă prin administrarea de electroni tulburarea poate fi într-o anumită măsură combătută, atunci nu este vorba oare de o tulburare cauzată de prezenţa vreunui acceptor de electroni ? Este foarte atrăgătoare ideea, mai ales dacă ne gîndim că B. Pullman şi A.M Perault considerau hematoporfirinele ca fiind tot atît de buni donori pe cît de buni acceptori, iar produsul metabolic al protoporfirinelor, biliverdina, ca un deosebit de bun acceptor de electroni. Această substanţă este într-un anumit sens antagonică clorpromazinei, căci valoarea *k* a celei mai mici orbite de electroni libere are semnul plus (+0,021), adică are caracter fixator.

După cîte ştim, aceasta este prima substanţă despre care s-a aflat că are o asemenea valoare *k*. Un alt produs metabolic, urobilina, are încă puternice trăsături de donor de electroni. Aceste date sînt cu atît mai palpitante, cu cît organismul uman transformă zilnic mari cantităţi de hem, 0,7% din toată cantitatea de sînge, iar cu ani în urmă Klüver a atras atenţia asupra relaţiei strînse dintre tulburările mintale şi hematoporfirine. La noii născuţi hiperbilirubinemia este deseori însoţită de leziuni anatomice grave ale creierului. Bilirubina inhibă producţia de hem şi, asemenea altor acceptori de electroni, inhibă fosforilarea oxidativă. Dacă schizofrenia ar fi cauzată de un puternic acceptor de electroni aflat în sînge, atunci s-ar putea realiza o inactivizare a lui cu ajutorul unui donor de electroni, cu care acceptorul ar putea forma o combinaţie pe bază de transfer de sarcini, eliberînd astfel bolnavul de suferinţele sale. Nu vreau să propun o nouă teorie privind schizofrenia. Vreau doar să arăt că mecanica cuantică poate sugera o nouă şi surprinzătoare abordare a unor probleme importante în privinţa cărora se bate pasul pe loc de multă vreme. Exemplele citate arată de asemenea că distanţa dintre patul bolnavului şi calculele cuantice, dificile de înţeles, nu este chiar atît de mare precum se credea pînă acum. Pornind pe această cale, ar putea reieşi într-o zi că schizofrenia, împreună cu toate misterioasele sale modificări psihice, nu este decît efectul secundar al unor tulburări metabolice, inofensive în sine, iar aceste tulburări metabolice, odată cunoscute, ar putea fi cu uşurinţă remediate.

1960

ACIDUL ASCORBIC *

Acidul ascorbic a fost descoperit acum o jumătate de secol şi, într-un timp remarcabil de scurt, s-a aflat tot ce era interesant despre structura sa. Funcţia sa biologică în schimb rămînea un mister. Iar medicina nu putea valorifica din plin acidul ascorbic deoarece nu putem stăpîni decît ceea ce cunoaştem. Există păreri diferite chiar în privinţa unor probleme simple, cum ar fi doza zilnică de acid ascorbic necesară pentru menţinerea sănătăţii. Unii dintre cei ce l-au studiat — cum sînt I. Stone (1972) şi L. Pauling (1970) — pledează pentru megadoze, în timp ce doza — oricum mică — de 60 mg admisă prin Recomandările pentru Limite Alimentare ale S.U.A. a fost redusă la 45 mg/zi.

Dacă se amestecă metilamină cu o soluţie apoasă diluată (0,1 M) de MG (metilglioxal), atunci culoarea galbenă ce apare lent indică formarea unei baze Schiff. În prezenţa acidului ascorbic apare şi se accentuează rapid o culoare roşie, cu absorbţia maximă la 475 nm. La spectroscopul RES (rezonanţă electronică de spin) amestecul de metilamină şi MG prezintă un semnal puternic şi complex (fig. 10). Acidul ascorbic face ca semnalul să devină mult mai puternic, fără a-i schimba caracterul. Toate acestea arată că acidul ascorbic este implicat în acest transfer de sarcini.

---

* *The Living State and Cancer*, Marcel Dekker Inc., New York, Basel, 1978, p. 45—59.

O soluţie neutră de acid ascorbic în contact cu aerul dă un semnal RES tipic, un dublet avînd o constantă de cuplare de 1,7 G, fiecare porţiune a dubletului în parte constînd dintr-un

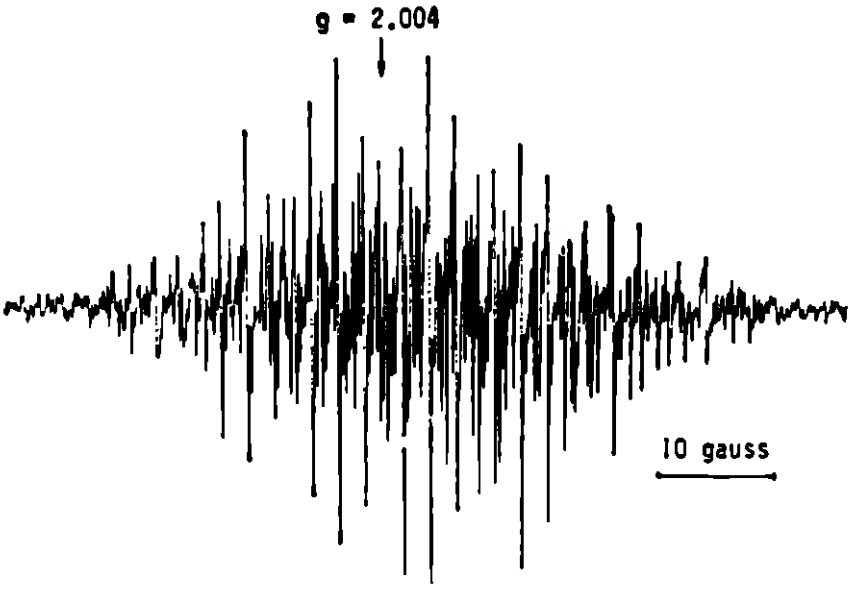

Fig. 10 Spectrul RES (rezonanţa electronică de spin) al unui amestec de metilamină şi metilglioxal

triplet avînd o constantă de cuplare de 0,17 (fig. 11) după cum a fost descris anterior de unii cercetători (de exemplu : Yamazaki şi alţii,

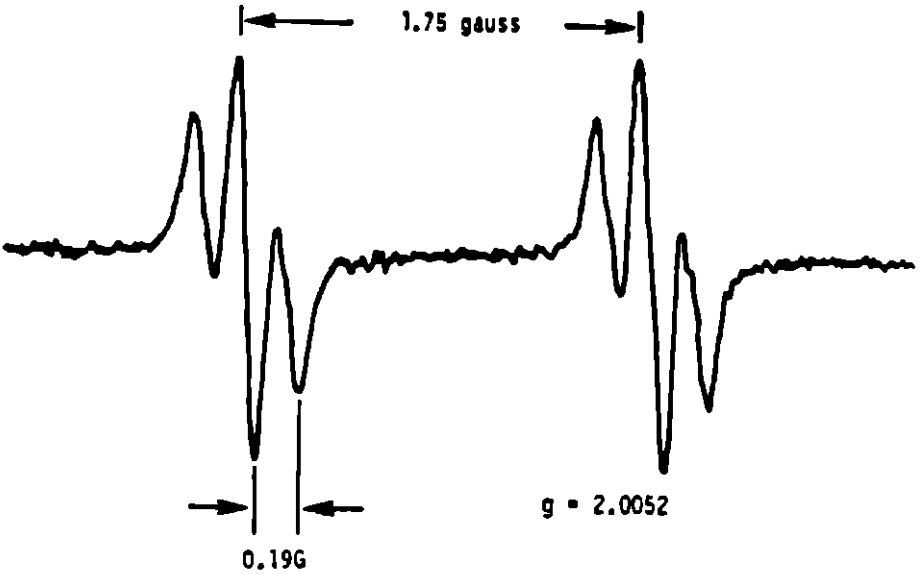

Fig. 11 Semnal RES al unui radical liber de acid ascorbic

1960 ; Lagerkrantz, 1964 ; Kirano şi Kwan, 1972). Semnalul apare foarte rapid după admisia de aer într-o soluţie anaerobă.

După cum a arătat P. Gascoyne (observaţii nepublicate), dacă se adaugă MG la o soluţie de radical ascorbic, atunci semnalul RES dispare, indicînd reacţia dintre ele. În mod evident, MG cedează un electron radicalului ascorbic format prin donarea unui întreg electron către oxigen, devenind un puternic acceptor.

Aceste experienţe ne permit să facem o tentativă de a alcătui o schemă a mecanismului chimic responsabil de desaturarea electronică a proteinelor.

MG adăugat la proteine se ataşează la grupurile NH_2 ale reziduurilor de lizină de la capetele lanţurilor laterale. Legătura dintre ele poate fi de tip acetic sau poate corespunde unei baze Schiff formată de cele două componente. Radicalul de acid ascorbic se ataşează la MG, transformîndu-l într-un puternic acceptor. Plierea lanţului lateral de lizină pune MG în contact cu legătura peptidică învecinată a proteinei făcînd posibilă desaturarea benzii de valenţe, luîndu-i-se un electron. Acceptorul final

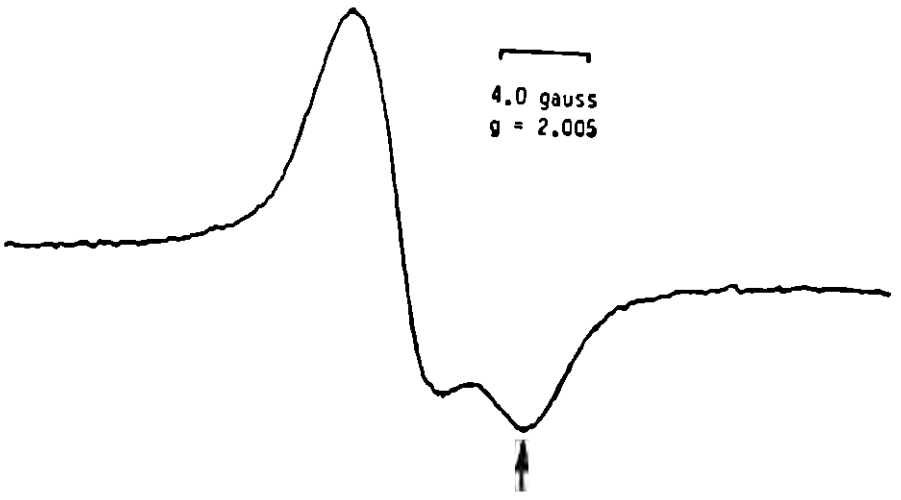

Fig. 12 Semnal RES al cazeinei tratate cu metilglioxal în prezenţa acidului ascorbic

de electron al acestei serii de reacţii este oxigenul, care a rupt un radical din acidul ascorbic.

Cazeina tratată cu MG în prezenţa acidului ascorbic şi a aerului dă un semnal RES care are o componentă nouă, ce nu apare cînd cazeina e tratată cu MG în absenţa acidului ascorbic. În fig. 12 acest semnal este marcat printr-o săgeată şi indică pătrunderea acidului ascorbic în complexul format din MG şi proteină.

RES oferă informaţii privind reacţiile în care sînt implicaţi electroni necuplaţi ; spectroscopia în raze luminoase oferă informaţii privind reacţiile care implică modificări în absorbţia razelor de lumină. Dat fiind că electronii necuplaţi sînt foarte reactivi, formarea de radicali este de obicei însoţită de apariţia unei absorbţii luminoase noi şi deseori puternice. Astfel, spectroscopia RES şi cea în vizibil sînt două metode independente şi se completează reciproc.

Amestecul de MG, amine, acid ascorbic şi O_2 dă spectre complexe, care de foarte multe ori sînt greu de interpretat. Pentru a descoperi rolul jucat de compuşii individuali ai unui amestec se poate aplica spectroscopia diferenţială. Analizînd spectrul unor soluţii, comparăm de obicei absorbţia soluţiilor respective cu absorbţia solvenţilor în stare pură. În cazul spectroscopiei diferenţiale comparăm absorbţia unei soluţii cu absorbţia unei alte probe din aceeaşi soluţie, la care am adăugat încă un compus (sau din care am omis un compus). Absorbţia astfel obţinută se datoreşte acţiunii substanţei adăugate sau omise.

Fig. 13 arată absorbţia în lumină obţinută în cercetări actuale de către J. McLaughlin cu o soluţie conţinînd 0,0033 M de acid ascorbic, 0,0067 M de MG şi 0,033 M de metilamină. Cealaltă cuvă a spectroscopului conţinea aceeaşi soluţie, fără acid ascorbic. Ambele soluţii conţineau în mod obligatoriu O_2, deoarece se aflau în vase deschise. S-a obţinut un spectru dife-

rențial ce arăta absorbția datorată prezenței acidului ascorbic. Așa cum arată fig. 13, s-a obținut un vîrf de absorbție înalt și îngust, atingînd maximum la 380 nm. A apărut, de asemenea, un al doilea vîrf, mai mic și mai plat, cu absorbția în jur de 500 nm.

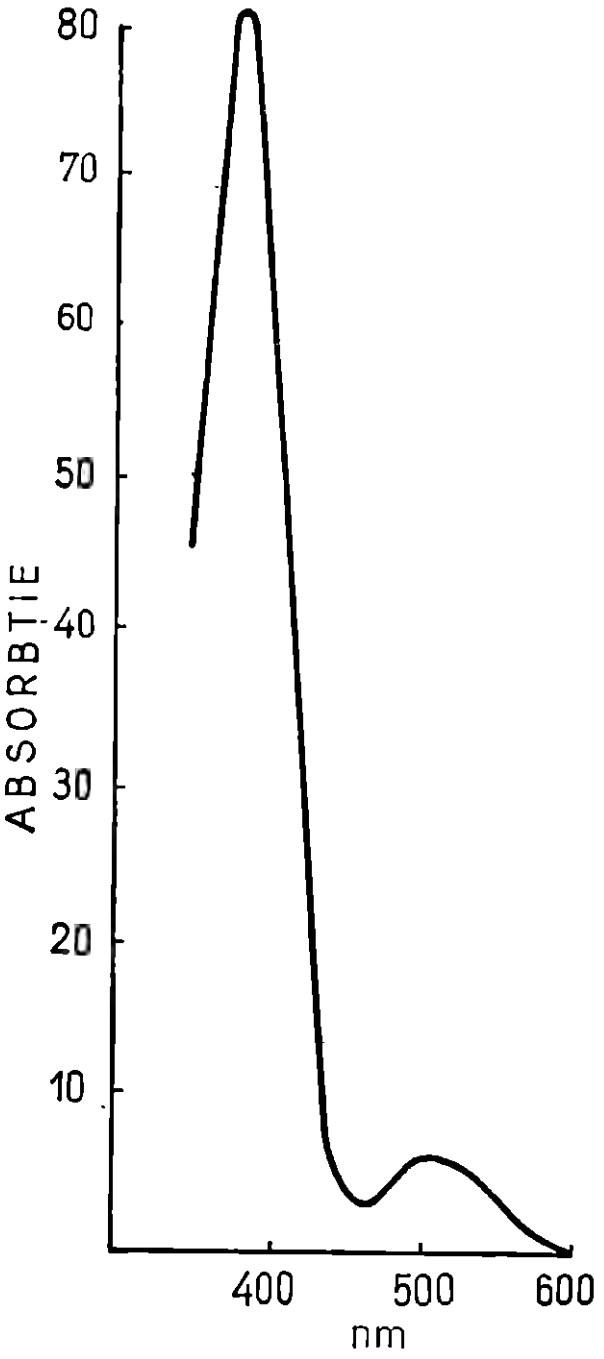

Fig. 13 Spectrul de absorbție al unui amestec de metilamină (0,033 M), metilglioxal (0,0067 M) și acid ascorbic (0,0033 M)

Fig. 14 arată evoluţia în timp a absorbţiei la concentraţii variate de acid ascorbic. Cuvele conţineau aceleaşi concentraţii de metilamină şi MG ca înainte, dar concentraţia de acid as-

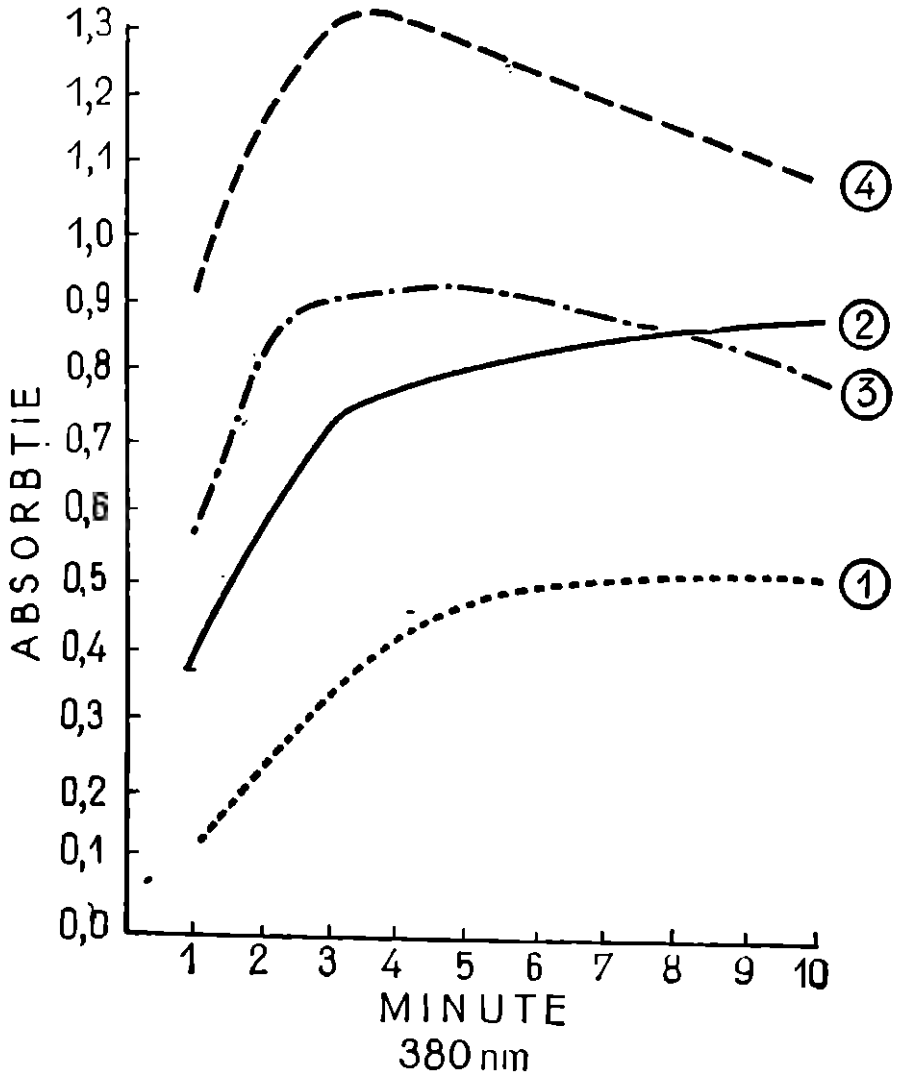

Fig. 14 Spectrul de absorbţie al unui amestec de metilamină, metilglioxal şi acid ascorbic. Concentraţiile de metilamină şi metilglioxal sînt aceleaşi ca mai înainte; concentraţiile acidului ascorbic diferă, fiind 0,0033 M (curba 1), 0,0067 M (curba 2), 0,0134 M (curba 3) şi 0,0267 M (curba 4)

corbic a variat astfel : 0,0033 M (curba 1); 0,0067 M (curba 2); 0,0134 M (curba 3); şi 0,0267 M (curba 4). După cum reiese din figură, absorbţia a crescut odată cu creşterea concentraţiei de acid ascorbic. La concentraţia cea mai mare de acid ascorbic absorbţia a atins

foarte repede nivelul maxim, după care a coborît încet. A fost vorba, probabil, de o reacţie foarte rapidă.

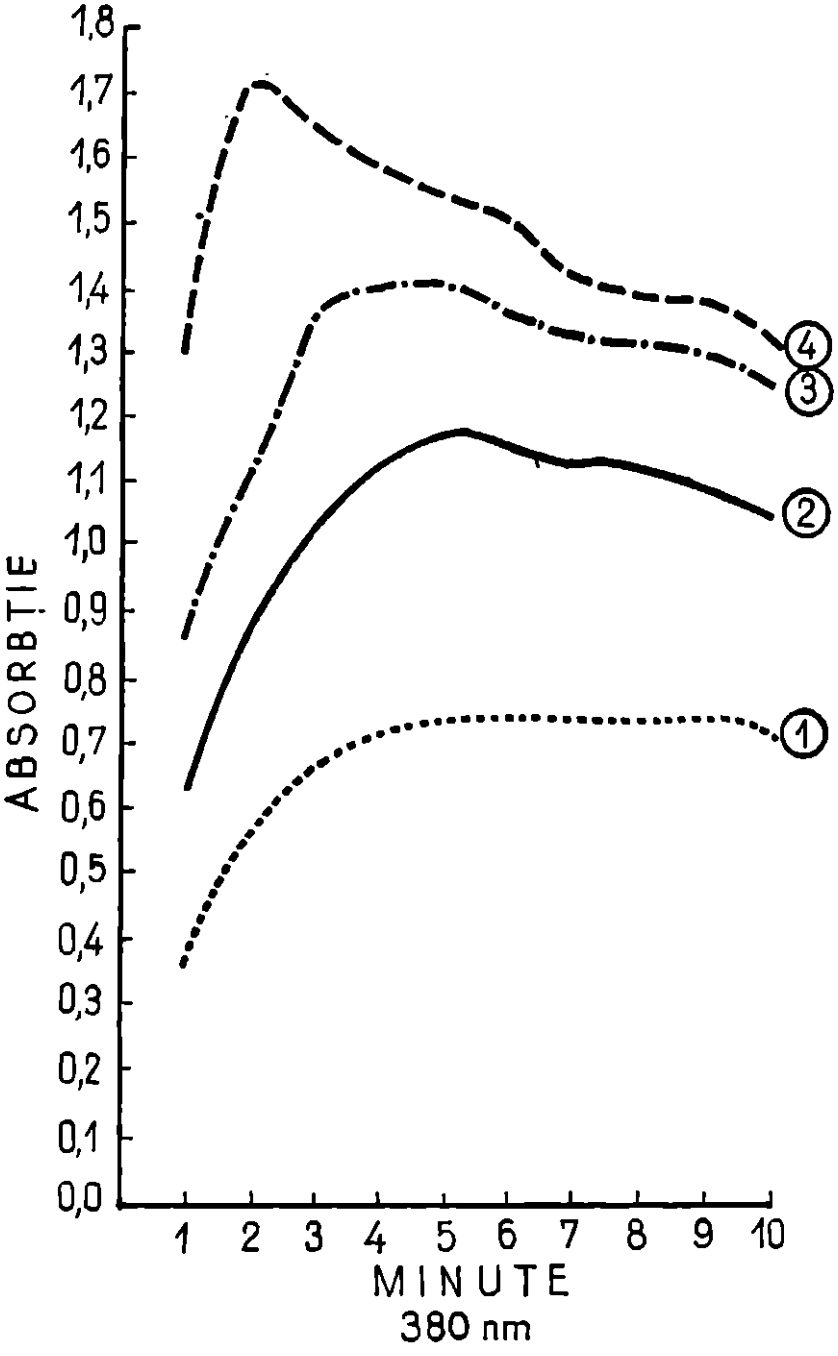

Fig. 15 Ca în fig. 14, dar concentraţia metilaminei a variat între 0,0165 (curba 1) şi 0,0670 (curba 4)

Fig. 15 arată o curbă analogă la care concentraţia de metilamină a variat între 0,0165 M (curba 1) şi 0,0670 M (curba 4). Dat fiind că me-

tilamina este o bază, cele patru curbe au fost determinate la niveluri diferite de pH.

În fig. 13 vîrful cel mic de la 500 nm este datorat absorbţiei polimerului. Nivelul maxim este atins încet (30 min.) şi chiar în acest punct înălţimea este abia o pătrime faţă de cea a vîrfului de la 380 nm.

În cazul solvenţilor de joasă permitivitate cum este metanolul sau acetona, relaţia dintre

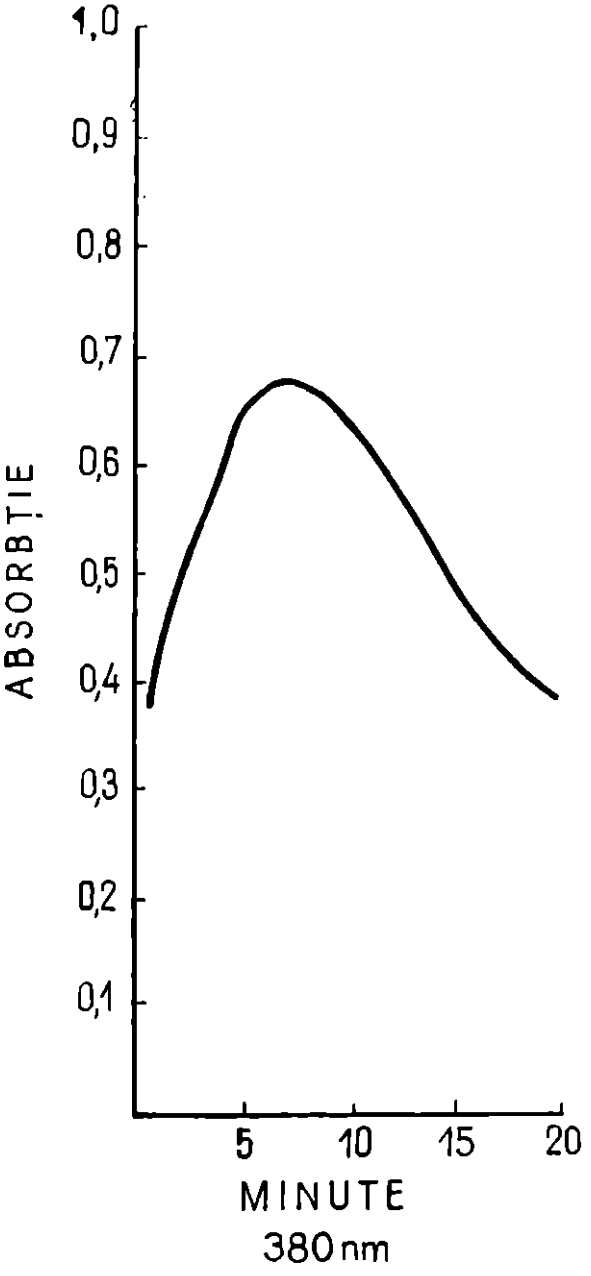

Fig. 16 Spectrul de absorbţie al unui amestec de metilamină şi metilglioxal în prezenţa şi în absenţa oxigenului. Concentraţii identice cu cele din fig. 13.

cele două vîrfuri se inversează și vîrful al doilea de la 500 nm este cel înalt și rapid.

Absorbția arătată în fig. 13—16 reflectă prezența acidului ascorbic (și a oxigenului). Dacă aceeași experiență este repetată în absența acidului ascorbic, iar oxigenul are acces numai la una din cuve, atunci se obține o absorbție mult mai lentă și mai moderată, după cum se arată în fig. 16. În acest caz, ambele cuve conțineau un amestec de MG și metilamină și numai una din cele două conținea oxigen. Absorbția, și deci curba mai puternică, a fost obținută la cuva care nu conținea oxigen. Așadar, reacția a fost inhibată de oxigen. Absorbția obținută se datora transferului de sarcini obținut în absența oxigenului. Aceasta corespundea cu situația de pe globul nostru în perioada α, dinainte de apariția oxigenului atmosferic. Oxigenul a avut o acțiune inhibitoare asupra transferului de sarcini. Acest din urmă experiment poate fi strîns legat de efectul Pasteur, inhibiția fermentației în prezența oxigenului.

După cum se vede în fig. 14, acțiunea acidului ascorbic crește odată cu creșterea concentrației sale, fără a se atinge un nivel maxim chiar în limitele largi ale experimentului. Acest fapt sugerează o deosebire considerabilă între acțiunea biologică a acidului ascorbic și cea a altor vitamine. Celelalte vitamine exercită o puternică acțiune biologică numai atunci cînd corectează o lipsă, o avitaminoză și încetează să exercite o activitate evidentă după ce deficiența a fost corectată. Acidul ascorbic acționează cu atît mai puternic, cu cît se află în cantitate mai mare, fără a atinge un nivel maxim precis. Acidul ascorbic acționează la nivelul fundamental al vieții prin transpunerea în stare vie, desaturată a proteinelor. Cu cît avem mai mult acid ascorbic, cu atît sîntem mai vii, nivelul maxim atingîndu-se numai în stare de deplină sănătate și vitalitate. Ducînd la eșecul unor reacții specifice, deficiența în alte vitamine dă naștere la simptome

clinice caracteristice. Lipsa moderată de acid ascorbic nu are simptome caracteristice, excepţie făcînd carenţa lui totală care provoacă boala cunoscută sub numele de *scorbut.*

Lipsa parţială duce doar la scăderea vitalităţii, ne face să nu mai putem mînca, gîndi, munci sau iubi la fel de bine şi să nu ne putem bucura de viaţă în cel mai înalt grad. În această stare de *subscorbut* sîntem asemenea unei case atacate de termite cîtă vreme stă în picioare, nu vădeşte nici un semn de slăbiciune, valoarea ei însă se poate stabili numai prin expunerea la un cutremur. Din cauza anumitor circumstanţe, această situaţie nu este chiar evidentă. Deoarece scorbutul a dispărut, lipsa de acid ascorbic constituie foarte rareori cauza directă a morţii. În stare de subscorbut însă sîntem mai expuşi la răceli, iar răceala se transformă mai uşor în pneumonie. Dacă survine moartea, la morgă se va pune diagnosticul de *pneumonie* (pentru care omul fusese tratat). Cred că mulţi ajung în sicriu cu un asemenea diagnostic incorect. Un diagnostic corect de *subscorbut* ar clarifica repede situaţia. Atunci cînd am izolat acidul ascorbic, am fost invitat la o consfătuire a unor clinicieni germani de vază. Erau aliniaţi împotriva mea şi cîntau în cor : „La noi nu este scorbut şi de vitamina C nu este nevoie". A trebuit să mă disculp, ca şi cum prin izolarea acidului ascorbic aş fi comis o faptă reprobabilă.

Virtuţile acidului ascorbic au devenit dezavantajele sale. Unii susţinători ai săi, cum sînt I. Stone şi L. Pauling, îl proclamă panaceu universal. Acest lucru micşorează încrederea în el, deoarece de regulă asemenea leacuri, bune la orice, aparţin tămăduitorilor. Pentru ca o substanţă să poată acţiona într-un spectru larg de condiţii fiziologice şi patologice, ea trebuie să fie implicată într-un proces într-adevăr fundamental, care să deţină un rol în toate

funcţiile vitale. Or acidul ascorbic este implicat într-un asemenea proces.

Aspectul semnalului RES al cazeinei tratate cu MG în prezenţa acidului ascorbic indică faptul că acidul ascorbic pătrunde în structura intimă a proteinei, în mecanismul său de desaturaţie electronică. Aceasta înseamnă că pentru a construi un organism sănătos acidul ascorbic trebuie să fie în permanenţă la îndemînă. Cînd construim un perete, mortarul trebuie să fie aplicat la fiecare cărămidă. Nu se poate construi un perete solid dacă nu punem mortar de la început, dacă turnăm doar ulterior mortar deasupra, vrînd să corectăm situaţia. După cum nu se poate corecta o deficienţă vitaminică prin numai cîteva doze mari. Corectarea unei deficienţe este o treabă care cere timp. Trebuie să consumăm 60 de grame de proteine zilnic pentru a ne păstra echilibrul azotat. 60 de grame este cantitatea zilnică vehiculată, aşa că refacerea celor 15 kg de proteine ale unui organism adult durează multe luni de zile. Un aport bogat de vitamină este necesar în special la vîrsta tînără, atunci cînd corpul nostru este în creştere, începînd cu viaţa intrauterină. Experienţa mea personală arată însă că la capătul celălalt al vieţii, la senescenţă, nevoia de acid ascorbic mai curînd creşte decît scade.

Omul îşi are originea în jungla tropicală unde alimentele, tot timpul la îndemînă, reprezentau un aport permanent de acid ascorbic. Nu era nevoie ca acidul ascorbic să fie sintetizat, aşa că organismul *a uitat* cum se prepară. Pentru a înţelege bine situaţia, trebuie să avem în vedere că nu doar maimuţa pătrunde în junglă, ci şi jungla pătrunde în maimuţă, sub formă de alimente, băutură şi aer ; maimuţa devine parte componentă a junglei, iar jungla devine parte componentă a maimuţei, astfel încît concentraţia medie de acid ascorbic din organismul maimuţei trebuie să egaleze concentraţia medie de acid ascorbic din materia vie a junglei şi o va egala.

Părăsind jungla, ne-am pierdut sursa de acid ascorbic. Ştiinţa şi tehnologia modernă a făcut posibil să trăim în deplină sănătate chiar în afara junglei, oferind acid ascorbic la 1,5 cenţi gramul. Pentru a beneficia din plin de avantajele lui, acidul ascorbic ar trebui să constituie un articol de gospodărie — ca zahărul sau făina — şi ar trebui să se vîndă cu kilogramul la băcănie, nu în tablete la farmacie.

1978

CANCERUL *

Cercetările prezentate în această carte sînt dominate de ideea că nu putem controla ceea ce nu înţelegem. Cancerul reprezintă o perturbare a unui mecanism complex de reglare, iar pentru a stăpîni acest mecanism, trebuie să-l înţelegem. Altă cale nu există. Un aspect esenţial al acestui mecanism îl constituie desaturarea electronică a proteinelor. Proteinele din celulele canceroase au un grad scăzut de desaturare şi de sensibilitate paramagnetică. S-ar putea ca deocamdată descrierea acestui mecanism de reglare să nu fie completă. S-ar putea ca inventarul lui să mai necesite completări pînă cînd vom ajunge să dominăm cancerul. În orice caz, datele acumulate pînă în prezent arată clar că acest mecanism are un caracter finit şi o structură bine definită, ceea ce justifică speranţa că prin cunoaşterea sa completă se va ajunge pînă la urmă la dominarea cancerului.

Celula este o entitate integrată, astfel încît modificările oricăreia din componentele sale determină în mod necesar modificări în celelalte componente. Gradul desaturării electronice a proteinelor decide intensitatea forţelor de coeziune care menţin structura celulară, inclusiv structurile apoase din jurul proteinelor.

Exceptînd celulele foarte diferenţiate cum sînt cele din creier, celulele animale prezintă două stări : starea de repaus şi starea de proliferare. Le-am denumit starea α şi starea ß. Starea α, de proliferare, este strîns legată de starea în care s-au aflat sistemele vii înainte de

* *Ibidem*, p. 67—72.

apariţia acţiunii luminii şi oxigenului. În această stare toate celulele ce se divid seamănă între ele, iar celulele embrionare au multe proprietăţi comune cu celula canceroasă. Tocmai această stare nediferenţiată, cu un grad redus de desaturare electronică şi cu o slabă forţă de coeziune, este cea care face posibilă diviziunea. Această stare proliferativă, puţin diferenţiată, posedă o mai mare entropie şi o energie liberă mai scăzută, ceea ce face ca ea să fie starea mai stabilă către care celula tinde să revină. Este starea fundamentală la care celula se va reîntoarce ori de cîte ori starea sa de organizare va fi tulburată. Celula canceroasă şi celula normală în diviziune se deosebesc în principal prin reversibilitate. Celula canceroasă este incapabilă ca, după ce şi-a încheiat diviziunea, să-şi refacă starea ß, şi va persista în starea α, proliferativă. Starea proliferativă în sine nu ar fi ceva patologic — doar desfăşurarea în timp precum şi ireversibilitatea îi conferă acest caracter. A fi copil nu este patologic, dar a deveni şi a rămîne copil la vîrsta de 50 de ani este patologic. Celula fiind o entitate integrată, transformarea sa malignă se poate declanşa în oricare punct al sistemului şi pe infinit de multe căi. Se poate declanşa în nucleu, în DNA sau în protoplasmă. O perturbare poate induce modificări care pot favoriza alte perturbări. De exemplu, o lipsă de MG (metilglioxal) poate duce la inhibarea producţiei de MG ; procesul devenit autocatalitic, celula este silită să intre într-un cerc vicios, din care nu mai poate ieşi. Asemenea cercuri vicioase pot fi rupte din afară, atîta vreme cît modificările nu devin constituţionale. Asemenea cicluri pot juca un rol esenţial în carcinogeneză.

Relaţiile între mecanismele de reglare şi elementele cancerigene reclamă un studiu extensiv. În general, orice factor care inhibă transferul de sarcini şi desaturarea proteinelor este în mod necesar oncogen şi orice factor care le favori-

zează va trebui să fie carcinostatic. Există cîteva cazuri în care aceste situaţii sînt clare şi simple, cum este, de exemplu, în cancerul vezical datorat betanaftilaminei, la muncitorii din industria anilinei. Naftilamina conţinută în urină fixează MG din epiteliu. De asemenea, cancerul colonului produs prin administrarea de dimetilhidrazină, ca în experienţele lui A.E. Rogers şi M. Newberne (1973), îşi găseşte explicaţia simplă în fixarea metilglioxalului. Relaţia strînsă dintre cancerul pulmonar şi inhalarea hidrocarburilor cancerigene este la fel de evidentă, deşi încă nu cunoaştem mecanismul molecular prin care aceste hidrocarburi produc cancer. Firește, substanţele cancerigene nu trebuie în mod necesar să acţioneze atacînd una din componentele mecanismului reglator. O slăbire generală a întregii structuri celulare, aşa cum este posibil să apară la senescenţă, poate duce la starea α, dereglînd unele interacţiuni. Un alt exemplu de interacţiuni destul de clare îl constituie cancerul pe culturi de ţesuturi produs de către H. Goldblatt şi G. Cameron (1953) prin lipsă de oxigen, acceptorul final al electronilor preluaţi de la proteine în cursul desaturării lor.

După cum am mai arătat, transferul de sarcini depinde în mare măsură de proprietăţile dielectrice ale mediului. Mediul proceselor biologice este apa, iar permitivitatea apei poate fi modificată prin structurare. La rîndul său, structurarea apei în jurul proteinelor depinde de gradul desaturării electronice a proteinelor. După cum am mai arătat, modificările electronice pot fi stînjenite de o înaltă permitivitate cum este aceea a apei. În imediata vecinătate a moleculei de proteină permitivitatea este în mare măsură modificată prin structurare. Apa în stare amorfă poate fi un puternic oncogen, subliniind importanţa măsurătorilor de RMN (rezonanţă magnetică nucleară) efectuate de F.W. Cope (1974), R. Damadian (1971) şi C. Hazlewood (1969).

După cum au arătat cercetătorii menţionaţi, apa din ţesuturile canceroase diferă de cea din ţesuturile normale printr-un grad scăzut de structurare.

O transformare malignă poate începe în nucleu sau în protoplasmă. Faptul că starea canceroasă se moşteneşte de la celula mamă la celula fiică este considerată de mulţi ca o dovadă că tulburarea primară trebuie să se fi petrecut la nivelul DNA. Îmi este imposibil să accept acest argument. Starea de dezechilibru şi cercul vicios se pot transmite de la celula mamă la celula fiică şi prin protoplasmă. Dar chiar dacă sediul primar ar fi nucleul, modificările în organizarea protoplasmei trebuie cunoscute, fiind posibilă o corectare prin medicaţie. În orice caz, atîta vreme cît problema cancerului nu este în întregime elucidată, ar fi o greşeală să ne îngustăm orizontul.

În ce măsură conţinutul acestor rînduri va deschide noi căi de atac împotriva cancerului rămîne de văzut. Ceea ce aş vrea să subliniez aici este că trebuie să facem deosebire între terapie şi prevenire. O experienţă veche de cînd lumea spune că este mai uşor să previi decît să vindeci, iar a preveni nu înseamnă neapărat a face un tratament anticipat. Cu cît maşinăria vie este mai bine construită, cu atît sînt mai funcţionale părţile sale izolate şi cu cît aceste părţi sînt mai bine asamblate, cu atît maşinăria vie va rezista mai bine la perturbări. Aceasta înseamnă că cea mai bună activitate de prevenire a cancerului constă în grija pentru apărarea stării generale de sănătate, de sănătate deplină. Aceasta trebuie să înceapă la o vîrstă timpurie, dacă nu chiar în cursul vieţii intrauterine. După cum am arătat anterior, acidul ascorbic joacă un rol important în echilibrul dintre sănătate şi boală.

Medicina actuală este unilaterală priveşte boala pînă cînd orbeşte şi nu mai vede sănătatea.

În anii mei de studenție am fost nevoit să ascult interminabile prelegeri despre toate bolile, dar nu-mi amintesc să fi fost măcar una despre sănătate. Situația este probabil identică și astăzi. Idealul medicinei actuale este vindecarea tuturor bolilor. Absența bolii însă nu este decît o negație. Afirmația ar fi Sănătatea Deplină.

1978

II

BIOLOGIA ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTUL

PE VREMEA CÎND ERAM STUDENT LA MEDICINĂ... *

Pe vremea cînd eram student la medicină, nu exista nici teoria lui Bohr, nici cîmp electronic, nici cuante, nici microscop electronic, nici examinarea structurii cristalelor cu raze Roentgen. Cunoşteam circa douăzeci de aminoacizi şi cam tot atîtea feluri de zaharuri şi puteam diviza cu aproximaţie celula în principalele sale elemente componente. Pe atunci toate acestea erau considerate lucruri mari, azi ele însă nu mai înseamnă nimic. Cu toate acestea, aveam sentimentul că trebuie să explicăm viaţa, iar cine afirma că deocamdată avem cunoştinţe insuficiente era declarat vitalist sau mistic. Acum ştim cu mult mai mult, dar scopul nostru continuă să rămînă explicarea vieţii. Cuvîntul de ordine este în prezent *biologia moleculară* şi, deşi nici azi nu avem idee, cum nu aveam nici în timpul studenţiei, cîte ramuri ştiinţifice noi mai aşteaptă a fi descoperite, îl declarăm mistic sau vitalist pe cel ce îndrăzneşte să afirme că actualul nostru nivel de cunoştinţe este încă nesatisfăcător şi că biologia moleculară nu este totul.

Nu pretind nicidecum că rezultatele biologiei moleculare ar fi de dispreţuit. Este nevoie să aflăm cît mai multe despre molecule, cuante, pentru ca în felul acesta să ajungem mai aproape de înţelegerea vieţii. Dar să nu uităm că nivelul molecular reprezintă numai o treaptă în totalitatea organizării şi că suma *tuturor* funcţiilor şi

---

* *Az élö állapot*, op. cit., p. 113—115. Prefaţă la cartea lui H. Selye *In vivo*, The Case of Supramolecular Biology. Presented in six informal illustrated lectures, Liveright Publishing Corporation, New York, 1967.

reacţiilor constituie însăşi viaţa. Nu există judecător care să mă absolve dacă m-aş apăra spunînd că, deşi i-am tras cuiva un glonte în cap, i-am zdrobit numai o mică parte din organism, întrucît inima îi mai bate, muşchii i se contractă, chiar şi părul îi mai creşte un timp oarecare. Aceasta nu este o scuză, viaţa aparţine întregului corp. La acest nivel, întregul indivizibil pune în faţa cercetătorului sarcini incredibil de complexe şi grele, dar în acelaşi timp îi dezvăluie toate frumuseţile şi capriciile vieţii. Pentru urmărirea acestor lucruri nu este suficient să observăm cu atenţie cadranele instrumentelor, este nevoie de relaţii intime. Mai mult, îndrăznesc să afirm că organismul viu poate fi înţeles doar dacă este studiat cu drag, iar dacă vrem să pătrundem în adîncurile vieţii sînt foarte necesare două instrumente de modă veche ochii şi mintea omului. Cred că nu este exagerat dacă afirmăm că numai cine este şi puţin poet poate înţelege viaţa.

Din păcate, în zilele noastre, noi îndepărtăm din ce în ce mai mult din biologie farmecul deosebit al vieţii. Pe cei tineri îi ferim de erori, deci şi de asumarea riscului, şi îi îndemnăm nu spre găsirea de probleme, ci spre prezentarea de rezultate şi lucrări.

Mă bucur mult că pot scrie cîteva rînduri drept prefaţă la cartea *In vivo* a doctorului Hans Selye. El vede viaţa în totalitatea sa, cu înţelegerea instinctivă a unui poet i-a recunoscut şi i-a cercetat toate frumuseţile. Această metodă, după cum a arătat el, nu numai că dă rezultate teoretice, dar ajută şi la vindecarea bolilor. Tot de la el ştim şi că, de multe ori, greşelile inteligente duc la o înţelegere mai adîncă a fenomenelor. Prin cartea de faţă el aduce un serviciu incomensurabil ştiinţei, analizînd aprofundat procesul spiritual al descoperirii şi elaborării ştiinţifice. Recomand călduros această carte tuturor cercetătorilor care vor să iasă la lumină

din hăţişul problemelor complicate şi doresc să-şi menţină prospeţimea spirituală.

Dr. Selye vorbeşte multe limbi, dar ceea ce este şi mai important este că el înţelege limbajul vieţii, permiţîndu-ne şi nouă să participăm cu ajutorul acestuia la acea excepţională şi emoţionantă experienţă pe care o reprezintă calea spre necunoscut.

1967

ÎNVĂȚĂMÎNTUL ȘI LĂRGIREA CONTINUĂ A CUNOȘTINȚELOR *

Încercarea de a pune de acord învățămîntul cu volumul de cunoștințe aflat într-o expansiune aproape explozivă ar constitui o acțiune desperată dacă această expansiune nu ar fi însoțită de un proces de simplificare a însușirii de cunoștințe. Simplificarea care însoțește continua acumulare și lărgire a cunoștințelor permite ca învățămîntul să cuprindă aceste cunoștințe. În cele ce urmează ne vom ocupa de această latură a problemei. Cunoașterea este ca o vacă sfîntă și problema pe care mi-o pun este cum să mulgem această vacă, ferindu-ne totodată de coarnele sale.

Unul din motivele mele de optimism este că, în fond, natura este simplă. De acest lucru mi-am dat seama atunci cînd, cu mulți ani în urmă, am fost primit la Princeton, la Institute for Advanced Studies. Am intrat în acest institut în speranța că, discutînd cu marii matematicieni și fizicieni specializați în studierea atomului, voi învăța cîte ceva despre materia vie. Dar de îndată ce am emis ideea că în oricare sistem viu există mai mult de doi electroni, fizicienii nu au mai stat de vorbă cu mine.

Ei nu puteau indica cu ajutorul nici unui calculator de care dispuneau comportamentul celui de-al treilea electron. Remarcabil în toată această chestiune este că electronul respectiv știe precis ce are de făcut. Astfel, acest minuscul electron știe ceva ce nu știu toți înțelepții de la Princeton, ceva ce trebuie să fie foarte simplu.

---

* *Ibidem*, p. 119—127. După *Science*, nr. 146/1964, p. 1 278—1 279.

În esența sa, natura este cu siguranță mult mai simplă decît ni se pare. Ea este ca o scrisoare cifrată de a cărei cheie nu dispunem. Pe măsură ce metodele noastre devin mai corespunzătoare, mai puțin greoaie și sîntem în stare să dezlegăm codul naturii, lucrurile trebuie să devină mult mai clare și totodată mai simple.

Știința merge pe calea generalizării, iar generalizarea înseamnă simplificare. Propria mea știință, biologia, este astăzi nu numai cu mult mai bogată decît în anii mei de școală, dar și mai simplă. Pe atunci părea a fi grozav de complicată, întrucît se fracționa într-un mare număr de principii separate. Azi toate acestea se unesc într-un singur tot, în centrul căruia stă modelul atomic. Cosmologia, mecanica cuantică, DNA și genetica, toate sînt mai mult sau mai puțin părți ale aceluiași eveniment, ale celei mai minunate simplificări. Iar generalizările sînt mai convingătoare pentru intelect decît detaliile. În procesul de învățare noi trebuie să punem un accent mai mare pe generalizări decît pe detalii. Desigur, detaliile și generalizările trebuie să se afle într-un echilibru corespunzător : generalizarea se poate obține numai pornindu-se de la detalii, dar ea este cea care conferă valoare și interes detaliului.

După această introducere, aș vrea să fac cîteva observații generale. Mai întîi, în legătură cu principalul instrument al instruirii : cartea. Este larg răspîndită o concepție eronată despre natura cărților conținînd cunoștințele noastre. Se crede în necesitatea de a ni se împuia capul cu o grămadă de cunoștințe din cărți. Am impresia că atitudinea contrară s-ar afla mai aproape de adevăr. Menirea cărților e să înmagazineze cunoștințele, în timp ce noi trebuie să ne folosim capul la ceva mai bun. Cartea oferă un lăcaș mai sigur pentru cunoștințe. În capul meu, timpul de înjumătățire a oricăror cunoștințe dobîndite din cărți este de cîteva săptămîni. Așa că las în seama cărților și a bibliotecilor depozitarea sigură a cunoștințelor. În ceea

ce mă privește, prefer să pescuiesc, cîteodată pești, cîteodată cunoștințe noi.

Îmi dau seama că știu uluitor de puțin. Aș putea să mă prezint la examene la universitate, dar tot atît de bine aș putea cădea la oricare din ele. Mai rău, îmi păstrez ca pe o comoară ignoranța, o consider comodă. Nu-mi adumbrește prospețimea, simplitatea spiritului, facultatea de a mă mira copilărește de natură și de a recunoaște un miracol, chiar dacă-l văd zilnic. Dacă la 71 de ani ai mei mai sap în muntele cunoașterii, o fac cu această atitudine de copil. „Ferice de cei săraci cu duhul, căci a lor este împărăția cerurilor" — spune biblia ; „căci sînt în stare să înțeleagă natura" — spun eu.

Nu vreau să fiu greșit înțeles, nu desconsider cunoașterea. Am muncit mult și din greu pentru a-mi însuși cunoștințe în toate ramurile științei legate de biologie. Altfel nu aș putea face muncă de cercetare. Dar am reținut numai ceea ce aveam nevoie pentru înțelegerea univocă a lucrurilor, pentru sesizarea lor intuitivă și pentru ca să știu ce voi găsi în cutare sau cutare carte. Aceasta a fost pentru mine o distracție, iar omul trebuie să se distreze, căci altfel nu muncește bine.

Următoarea mea observație privește raporturile dintre diverse perioade. Perioada petrecută în școală este relativ scurtă față de perioada ce urmează. Subliniez acest lucru, întrucît pretutindeni domnește prejudecata că tot ceea ce trebuie să știm pentru a munci bine se învață în școală. Este o eroare, dat fiind că în lungul răstimp ce urmează după școală sîntem predispuși să uităm într-un fel sau altul ceea ce am învățat atunci cînd aveam suficient timp pentru învățătură. În realitate, cei mai mulți dintre noi sîntem obligați să învățăm toată viața, iar eu aveam deja părul cărunt cînd m-am apucat să studiez mecanica cuantică. Școala trebuie în primul rînd să ne învețe cum să învățăm, să ne trezească setea de cunoaștere, să ne învețe bucu-

ria lucrului bine făcut şi emoţia creaţiei, să ne înveţe să iubim ceea ce facem şi să ne ajute să descoperim ceea ce ne-ar place să facem.

Prietenul meu Gérard îl cita pe Fouchet care ne povăţuia ca de pe altarul ştiinţei să luăm focul, nu cenuşa. Avînd înclinaţii mai pămînteşti, vă sfătuiesc să alegeţi carnea, nu oasele. În general profesorii acordă o mare consideraţie oaselor, mai ales celor deja ronţăite. Bineînţeles, oasele îşi au importanţa lor, şi din cînd în cînd ne place să le mai ronţăim şi noi puţin, dar numai după ce am mîncat carnea. Vreau să spun că noi nu trebuie să *învăţăm* lucrurile, ci să le *trăim*. Shakespeare şi toată literatura trebuie trăită, muzica, pictura şi sculptura trebuie *cultivate*, piesa de teatru trebuie *jucată*. Toate acestea se aplică pînă şi la istorie : trebuie să pătrundem istoria, spiritul diferitelor perioade, iar nu să înmagazinăm tot felul de date. Mă bucur că această linie devine evidentă pînă şi în predarea ştiinţelor. Cea mai nouă orientare nu constă în *a preda* legile mai simple ale naturii, ci în a-i lăsa pe studenţi să le *descopere* pe calea unor experienţe obişnuite. Cunosc, desigur, importanţa datelor. Ele pot fi chiar interesante, dar numai după consumarea cărnii, a esenţei. În acel moment ele ne pot trezi curiozitatea şi le putem reţine. Înainte însă, datele nu sînt decît fastidioase, tocesc spiritul, ba chiar îl ucid.

Este o părere unanim răspîndită că memorarea nu face rău, iar cunoştinţele nu sînt dăunătoare. Eu, unul, mă tem că ele pot dăuna. Materialul cognitiv mort toceşte spiritul, umple stomacul fără a hrăni corpul. Intelectul nu este o groapă fără fund, dacă arunci ceva în el, pînă la urmă trebuie eliminat altceva. N-avem decît să ne încărcăm memoria cu chestiuni practice, dacă ne putem rezerva spiritul pentru probleme într-adevăr importante. În felul acesta am putea economisi şi timpul necesar cunoaşterii unor teme în continuă lărgire.

Un astfel de învăţămînt viu, care satisface atît psihicul cît şi intelectul, îl ajută pe om să în-

frunte una din cele mai dificile probleme ale sale : ce să facă cu el însuşi. Societăţile cele mai dezvoltate, cum este a noastră, pot deja produce mai mult decît ceea ce pot consuma şi, paralel cu perfecţionarea automatizării, decalajul se măreşte rapid. Căutăm remediul în producerea de lucruri inutile, de exemplu, armament. Dar aceasta nu rezolvă definitiv problema. Pînă la urmă va trebui să muncim mai puţin. Dar atunci, ce să facem cu noi înşine ? Viaţa nu poate fi lăsată neîmplinită. Omul simte nevoia să încerce emoţii, să-i fie stîrnit interesul, iar într-o societate bogată totul poate fi realizat lesne. Plictiseala este periculoasă, întrucît poate determina cu uşurinţă societatea să caute emoţia în supunerea faţă de conducători iresponsabili şi ignoranţi, în aventura politică şi într-o politică de catastrofă. În ultimul timp, societatea noastră a dat semne alarmante de asemenea înclinaţii. Într-o lume în care proiectilele atomice pot fi lansate în secunde de la un capăt la celălalt al lumii, aceasta echivalează cu sinuciderea.

Prin predarea artelor şi ştiinţei, şcoala deschide perspective infinite, mobilizînd interesul în direcţia vieţii intelectuale şi artistice şi transformînd întreaga existenţă într-o aventură emoţionantă. Cred că privitor la învăţămîntul nostru, ar trebui să existe un echilibru nu numai între detalii şi generalizări, ci şi între învăţămîntul în ansamblul său şi valorile umane.

În încheiere, aş vrea să fac cîteva observaţii în legătură cu unele discipline, în primul rînd cu ştiinţele naturii. Este necesar să considerăm aceste ştiinţe sub două aspecte : în primul rînd ele trebuie să alcătuiască o parte a întregului învăţămînt, a culturii umaniste. Dar ştiinţele naturii trebuie predate şi în scopul de a ne pregăti pentru diferite activităţi.

Ultima mea observaţie se va referi la predarea istoriei, nu numai pentru că este cea mai importantă materie, dar şi pentru că mă ia cu frig şi acum amintindu-mi de şcoală, cînd învăţam pe de rost atîtea şi atîtea date istorice. Istoria

are două capitole : istoria națională și istoria universală. Despre istoria națională nu voi vorbi. Dar ce este istoria universală ? În esență ea este istoria omului, istoria modului cum s-a desprins el din rîndul animalelor și s-a ridicat la starea sa actuală. Printre eroii acestei istorii fascinante se numără o serie de creatori care au făurit noi cunoștințe, au generat noi valori etice, noi frumuseți. Acestei laturi pozitive a istoriei i se opune o latură negativă, distructivă, legată de numele regilor, baronilor, generalilor, dictatorilor care cu aviditatea și setea lor de putere au purtat războaie, au dus lupte și, nimicind ceea ce au construit alți oameni, au provocat aproape întotdeauna mizerie. Ei sînt eroii acelei istorii pe care în prezent o predăm în chip de istorie universală. Această istorie nu este numai negativă și diformă, ci este și falsă, întrucît trece peste păduchii, șobolanii, foametea și epidemiile care — așa cum a arătat-o cu vîrf și îndesat Zinsser [1] — au influențat evoluția evenimentelor mai mult decît generalii și regii. Istoria universală pe care o predăm ar trebui să fie mai adevărată, ar trebui să cuprindă duhoarea, gunoiul, insensibilitatea și mizeria epocilor trecute, pentru ca în felul acesta să învățăm a prețui progresul și tot ce avem. N-ar trebui să falsificăm istoria, oricum ea are tendința de a se falsifica singură, întrucît numai cei vii se întorc de pe cîmpul de luptă pentru a relata ce s-a petrecut acolo. Dacă numai o dată s-ar putea întoarce și cei morți pentru a povesti sfîrșitul abominabil de care au avut parte, azi istoria și politica nu ar mai fi aceleași. O istorie veridică ar fi și mai simplă.

Așa cum au dispărut zidurile despărțitoare dintre diferitele științe ale naturii, treptat pot cădea și barierele dintre științele naturii și cele umaniste. Determinarea vechimii cu ajutorul metodelor fizicii a devenit o metodă de cercetare

[1] *Hans Zinsser* (1878—1940), bacteriolog american, profesor la universitățile Columbia și Harvard, s-a ocupat cu metodele de imunizare împotriva febrei tifoide. — *Nota trad.*

istorică, iar spectroscopia și microanaliza au devenit instrumente de studiere a picturii. Sper că realizările psihologiei umane ne vor putea ajuta și la rescrierea într-o formă mai unitară și mai clară a istoriei oamenilor.

Istoria arată că progresul omenirii nu este condiționat de perioadă, națiune, ideologie sau culoare a pielii și în consecință oferă tinerilor noștri un izvor de învățăminte pentru o solidaritate umană mai largă. Vom avea o extraordinară nevoie de această solidaritate atunci cînd relațiile politice și umane vor fi restructurate, pentru a fi compatibile cu supraviețuirea.

În ciuda nenumăratelor sale capitole, în esență învățămîntul nostru trebuie să aibă un singur scop: formarea de oameni care, cu ochii ațintiți spre orizontul în continuă lărgire, să stea solid pe propriile lor picioare. Această sarcină face din școala de toate nivelurile cea mai importantă instituție publică, iar din profesor, cel mai important personaj al vieții publice. Așa cum predăm azi, așa va fi ziua de mîine.

1964

DESPRE ESENȚA VIEȚII *

Toamna anului 1938 am petrecut-o în Belgia, făcînd deseori călătorii în Anglia și în Franța. În Statele Unite am ajuns în primăvara anului 1939 și am cutreierat apoi întregul continent. În acel an dinaintea izbucnirii războiului am întîlnit peste tot aceeași anxietate. Sentimentul era evident, mai cu seamă în rîndul cercetătorilor din domeniul științelor naturii, căci la ei starea de incertitudine era dublată de răspunderea care-i apăsa. Aveam sentimentul că dezvoltarea impetuoasă a științelor naturii contribuise în mare măsură la apariția situației critice și periculoase, întrucît, cu dezvoltarea tehnologică pe care o fundamentaseră, științele naturii înlăturaseră distanțele, determinaseră o supraproducție și creaseră cumplite mijloace de distrugere. Ne întrebam ce sens avea munca noastră plină de devotament și abnegație, dacă dădea asemenea roade? Oare nu era mai bine să renunțăm la întreaga activitate științifică ? Pînă ce nu am găsit răspuns la aceste întrebări, mi-a fost aproape imposibil să-mi continui cercetările.

Pentru a-mi limpezi gîndurile, la începutul anului 1938 am scris o lucrare în engleză, iar în toamna următoare alta în franceză, despre război, despre cauzele sale și despre posibilitățile de a-l preveni. Nu eram satisfăcut de nici una din aceste lucrări. Tot nu înțelegeam războiul. Intuiam că nici nu poate fi înțeles ca fenomen independent, că face parte probabil dintr-un fenomen mult mai general. Astfel, ambele lucrări au rămas în sertar, needitate și bănuiesc că mulți

* *Ibidem*, p. 9—16. După *Válasz*, 1946, decembrie (fragment).

dintre colegii mei cercetători păstrează în sertare asemenea opere în care şi-au înecat îngrijorarea. Dar eu mai aveam în plus o problemă personală de clarificat cu mine însumi. Pe vremuri, moştenisem o avere considerabilă, care s-a spulberat însă în cursul primului război mondial. După patru ani de serviciu militar, mă aflam ca începător în ale ştiinţei într-o ţară răvăşită, neposedînd altceva decît o arzătoare sete de cunoaştere. În plus, şi o familie de întreţinut. Nu ştiam încă nimic şi nu puteam oferi nimic. Am plecat în străinătate şi timp de doisprezece ani am cutreierat şase ţări. Peste tot unde m-am prezentat în numele ştiinţei, am fost bine primit, m-au învăţat, mi-au dat o pîine. Am constatat că oamenii sînt binevoitori şi inteligenţi.

În toamna anului 1939 catastrofa de care ne temeam s-a produs şi de trei ani încoace omenirea se autodistruge [1]. De fiecare dată cînd mă duc la cinema, citesc o revistă, deschid aparatul de radio, îmi este dat să văd, să aud despre ucidere, distrugere, pustiire. Aceasta îmi lasă impresia că omul ar fi cel mai sîngeros şi cel mai nerod dintre toate animalele. În sufletul meu, această nouă imagine a omului şi constatările mele din trecut se află într-o contradicţie arzătoare care-şi cere rezolvarea.

Recent am fost solicitat de o editură să scriu o carte despre viaţă. Eram liber să scriu ce pofteam. Am refuzat, dar gîndurile mi-au revenit la acest subiect, căci viaţa este cea ale cărei secrete le cercetez de treizeci de ani în calitatea mea de chimist ; viaţa este unica şi cea mai de preţ comoară a noastră, este miezul şi esenţa tuturor lucrurilor. Ea trebuie să constituie punctul de plecare şi cel final în orice concepţie unitară prin care încercăm să înţelegem existenţa umană cu toate fenomenele sale — inclusiv războiul. Gîndurile mele începeau să se contureze şi m-am aşezat iarăşi la maşina de scris.

Vorbind însă despre *viaţă*, trebuie precizat

[1] Aceste rînduri au fost scrise în 1942.

ce înţelegem prin această noţiune, întrucît naturaliştii, filozofii şi poeţii îi atribuie un înţeles diferit. Acestea sînt cele trei tipuri principale de gîndire umană, acelaşi lucru fiind altfel văzut şi altfel abordat de fiecare. Ştiinţele naturii şi specialiştii în acest domeniu nu fac decît să măsoare şi se străduie să aducă rezultatele diferitelor măsurători la un numitor comun. Ei nu iau în considerare ceea ce nu poate fi măsurat cu gramul, metrul sau secunda. Filozofii încearcă să-şi explice constatările în cadrul unui sistem propriu de gîndire, în timp ce poeţii consideră ca unică realitate trăirea lor lăuntrică. Toate cele trei puncte de vedere şi metode sînt deopotrivă de îndreptăţite. În funcţie de personalitatea şi profesia lui, fiecare individ aparţine uneia din aceste categorii, dar hotarele nu sînt distincte, căci adevăraţii oameni de ştiinţă sînt şi puţin filozofi, şi puţin poeţi, şi viceversa. Astfel, vorbind despre viaţă, nici noi nu ne vom limita cu stricteţe la un singur mod de a o considera ; important însă este să nu confundăm lucrurile, să ne dăm bine seama dacă privim prin prisma ştiinţelor naturii, a filozofiei sau a poeziei.

Eu însumi mă consider îndreptăţit să vorbesc doar în calitatea mea de biolog, dar am în mine şi ceva de poet şi filozof, cărora le voi da cuvîntul pe rînd, pentru a evita orice încurcătură.

Dacă se pune întrebarea ce este viaţa, sau dacă în genere există viaţă, aproape sigur că filozoful şi poetul nu vor ezita în răspunsul lor. Singur biologul va ridica din umeri în chip de răspuns. Pentru a clarifica mai bine problema, să invităm la o mică discuţie un biolog şi un aşa-numit „om de rînd"

— Mi-aţi putea spune ce este viaţa ?

— Da, cu plăcere. Daţi-mi o bucată din ea, o voi măsura, o voi analiza şi apoi vă voi spune ce este.

— Imposibil ! Viaţa nu e formată din bucăţi, nu poate fi măsurată.

— Atunci nu mă interesează, căci nu există, cel puţin pentru mine, nu.

— Cum să nu existe ! Uitaţi-vă la această broască vie şi la cealaltă moartă. Pînă şi un copil vede deosebirea.

— Bine, atunci scoateţi viaţa din broasca vie şi daţi-mi-o.

— Nu se poate. Nu pot să despart viaţa de broască.

— Deci nu se poate despărţi ? Înseamnă că este vorba de ceva ce nu există în sine. Este poate mai curînd ceva ce constituie o însuşire a acestei bucăţi de materie pe care o numiţi broască. Dar atunci ce anume vă face să spuneţi că broasca „este vie", de ce afirmaţi că „trăieşte" ?

— Pentru că se mişcă, respiră, se reproduce.

— Ei da, asta-i altceva. Acestea sînt fenomene ce pot fi măsurate, despre acestea putem vorbi. Dar ele nu sînt viaţa însăşi, sînt doar „manifestări ale vieţii". Mă veţi înţelege poate mai bine dacă vom face împreună o experienţă. Să luăm broasca vie şi s-o adormim cu cloroform. După aceea să-i scoatem inima şi s-o punem în apă (în care anterior am dizolvat diverse săruri ce se găsesc şi în sîngele broaştei). Veţi vedea că inima bate vioi în continuare, fără să-şi dea seama că lipseşte broasca din jurul ei. Dacă reveniţi mîine, inima va mai bate încă. Acum însă, fiţi atent la broasca lipsită de inimă, începe să se trezească. Şi-a revenit, s-a întors cu burta în jos şi a făcut o săritură. Ce părere aveţi, broasca mai trăieşte oare ? Dar inima sa mai trăieşte ?

— Desigur. E drept că broasca nu se va mai înmulţi. Fără inimă nici măcar o broască nu ajunge departe. Pe de altă parte, inima încă mai bate, dar pînă la urmă se va opri. Cu toate acestea, cîtă vreme inima bate şi broasca se mişcă, este probabil că ambele au viaţă.

— Corect, dar să rămînem la inimă. E mai simplu. Să o privim la microscop. Vedeţi că este construită din fibre subţiri care se contractă

și apoi se relaxează. Contracția tuturor fibrelor constituie laolaltă bătaia inimii. Inima nu are numai această manifestare de viață. Vă pot demonstra cu ușurință că inima respiră (deci consumă oxigen și dă naștere la bioxid de carbon) și determină fermentația zahărului, prefăcîndu-l în acid lactic.

— Acum nu mă mai îndoiesc că această inimă trăiește într-adevăr.

— Nu vă grăbiți, experimentul nostru nu s-a terminat încă. Vom toca acum inima și vom prepara un extract pe care îl injectăm în apă, în fascicol îngust. El se va întări sub forma unei fibre. Observați cu atenție fascicolul, are același aspect ca acele fibre pe care le-ați văzut sub microscop, cele din care este structurată inima. Acum adăugăm la fibră un alt extract de inimă. Ce vedeți ?

— Fibra se contractă, la fel ca acele fibre din care este alcătuită inima.

— Dacă punem extractele la frigider, putem face și peste o săptămînă asemenea fibre, care de asemenea se vor contracta. Ce părere aveți, aceste fibre trăiesc ? Am văzut doar că se contractă nu-i așa ?

— ?

— Putem prepara și extracte cardiace înzestrate cu capacitatea de respirație și fermentație. Mai mult chiar, putem izola substanțele sub acțiunea cărora extractul se contractă, respiră, fermentează. Unele putem să le uscăm sub formă de praf și, ulterior, dacă le dizolvăm din nou și le amestecăm în mod corespunzător, iarăși poate începe contracția, respirația, fermentația. Credeți că aceste prafuri trăiesc ?

— Firește că nu.

— Deci, nu putem afirma că viața înseamnă mișcare, respirație, fermentație, căci prafurile noastre sînt în stare să facă toate acestea. Și atunci, ce credeți totuși că este viața ? Cum putem s-o deosebim de ceea ce este lipsit de viață?

— Nu știu, încep să mă simt nedumerit și încurcat. Se pare că viața este ca nisipul de pe

plajă : scapă printre degete cînd vrem să-l prindem şi să-l privim. Chiar dacă prafurile acelea ar funcţiona concomitent contractîndu-se, respirînd şi fermentînd, ele totuşi nu ar constitui o inimă, nu ar fi viaţă.

— Atunci încercaţi cel puţin să-mi spuneţi cînd ne-a scăpat viaţa printre degete, unde am pierdut-o ? În momentul cînd am descompus animalul în două părţi, broasca şi inima, iar inima se mai mişca — spuneaţi că mai trăieşte. Cînd însă am descompus inima în substanţe care se mişcă, respiră şi fermentează — spuneţi că ele nu mai au viaţă ! ?

— Dificilă întrebare. Oare puteţi prepara prafurile respective şi pe cale artificială ?

— Unele da, altele încă nu, dar prepararea lor este doar o chestiune de tehnică. În principiu, oricare praf poate fi preparat fără să fie nevoie de broască. Şi acum vă întreb : dacă aş putea fabrica toate substanţele din care este constituită inima de broască şi aş reuşi să le asamblez aşa cum au fost la broască, credeţi că ele ar redeveni inimă ?

— Fără îndoială.

— Deci problema nu rezidă atît în ceea ce reprezintă fiecare din aceste prafuri, ci mai curînd în modul în care sînt îmbinate. Ca şi în cazul ceasului : cînd îl desfacem, nu este altceva decît o grămadă de rotiţe, şuruburi şi arcuri. Esenţialul nu este *ce* sînt ele, ci *cum* sînt asamblate, prin aceasta ele devin *ceas*. S-ar părea că la fel se petrec lucrurile şi în ceea ce priveşte viaţa. Viaţa nu este ceva comensurabil sau palpabil, nici substanţele din care este construit tot ce trăieşte nu sînt prea deosebite. Cheia problemei constă în modul de asamblare. Cînd le descompunem, nu mai avem nici ceas, nici inimă, nu mai poate fi vorba de viaţă, ci doar de rotiţe, respectiv prafuri. Dar cînd le recompunem în ordinea lor iniţială, atunci ele redevin inimă şi viaţă. Pot să vă mai pun o întrebare ?

— Desigur.

— Închipuiţi-vă că am desfăcut toată broasca în sute de asemenea prafuri. Dacă aş înlocui apoi aceste prafuri cu alte substanţe, identice, dar preparate artificial, ar fi oare vreo deosebire ?

— Nu.

— Dacă însă aş combina aceste prafuri întocmai în felul în care se află combinate la broască, oare aş obţine o broască ?

— Da.

— Ar mişca ? Ar respira ?

— Da.

— Deci, ar trăi ?

— Da.

— Deci, dacă creierul acestei broaşte artificiale ar fi cu totul identic cu creierul unei broaşte vii, atunci această broască artificială ar avea aceleaşi amintiri şi experienţă ca cealaltă ?

— Da. Sînteţi de aceeaşi părere cu mine ?

— Da. Mă aştept şi eu la aşa ceva, dar eu nu mă pot pronunţa pînă ce nu voi fi realizat broasca artificală, nu voi fi măsurat toate manifestările sale de viaţă, şi nu le voi fi comparat cu acelea ale broaştei naturale.

— În rezumat deci, nu există viaţă.

— Cum să nu existe ! Numai că nu există viaţă în sine. Ea există, dar nu poate fi separată de materie. Viaţa este o însuşire a materiei, o consecinţă a structurii sale. Este ca surîsul. Surîsul există, dar nu poate fi despărţit de buze, nu putem ţine într-o mînă surîsul şi în cealaltă buzele, căci surîsul nu este decît jocul buzelor.

1946

DESPRE CARACTERUL VIEȚII *

Ajuns la capătul expunerilor mele, bănuiesc că așteptați de la mine o încheiere dramatică : să vă spun ce este viața. Mă tem că tocmai acum voi da chix, pentru că nu vă pot spune ce este de fapt viața.

În cursul discuțiilor ne-am ocupat de mai multe niveluri de organizare, de la electroni la legături, de la acestea la molecule și lanțuri celulare, de la lanțuri celulare la filamente și fibrile, ajungînd în sfîrșit la fibra musculară.

Există încă foarte multe niveluri deasupra acestora. La nivelul imediat superior găsim nervii și circulația sîngelui, apoi arcul reflex, scoarța cerebrală și în cele din urmă întregul animal, de exemplu iepurele, dar mă îndoiesc că succesiunea s-ar opri aici. Din studiul biologiei toată lumea știe mai mult sau mai puțin că niciodată un iepure nu ar fi în stare să se autoreproducă. Dacă viața se caracterizează prin autoreproducție, atunci despre un singur iepure nu se poate spune nicidecum că ar fi viu, cu alte cuvinte un iepure nu este un iepure, ci numai doi iepuri ar fi un iepure și am putea continua tot așa pînă cînd, în cele din urmă, numai despre întreaga natură am spune că este vie.

La nivelul care ne interesează cel mai mult, anume acela al filamentului de actomiozină, se pare că viața este legată de existența a două niveluri de energie, corespunzînd celor două stări fizice diferite și celor două stări funcțio-

* *Ibidem*, p. 110—112. După *Nature of Life : A Study on Muscle*, Academic Press, New York, 1948.

nale fundamentale ale materiei vii — repausul și activitatea.

Atunci cînd trecem de la un nivel la altul, obținem întotdeauna proprietăți calitativ noi, după cum întregul este întotdeauna mai mult decît părțile sale. Dar pe măsură ce activitatea devine mai specializată și mai adaptivă, iar domeniul de activitate se îngustează, se realizează nu numai un cîștig, ci și o pierdere.

Putem parcurge traseul și în sens invers, coborînd pe treptele organizării ; peste tot vom găsi semne ale vieții, deși din ce în ce mai imperfecte, pînă cînd, în cele din urmă, vom rămîne singuri cu atomii și electronii, care dispun și ei de anumite proprietăți ale vieții. Stabilirea limitei dintre viu și ne-viu depinde de punctul nostru de vedere, de ceea ce considerăm noi ca fiind viu, adică de criteriile pe care ni le alegem. „Viața" ca abstracție nu are sens, nu există.

La problema noastră nu există soluție univocă. Ne putem opri la oricare nivel al organizării și putem stabili limita acolo unde vrem. Totul depinde de punctul de vedere ales. De exemplu, tribunalul îl condamnă pe cel ce trage un glonte în capul semenului său, deși nu a atins decît nivelul superficial al organizării, dedesubt rămînînd o grămadă de viață la o mulțime de niveluri. Pentru judecători, limita o reprezintă individul complet. Pe cît se pare însă, evenimentele elementare se desfășoară în dimensiunile electronilor și ale structurilor lor de legătură și toată grandoarea și bogăția naturii vii se bazează pe reacții pe care sperăm că într-o bună zi le vom putea descrie prin ecuațiile mecanicii cuantice.

De regulă, biochimiștii se caracterizează printr-un spirit distructiv. Sînt mai fericiți, au impresia că înțeleg mai bine mecanismul vieții dacă reușesc să-l demonteze în părțile sale cele mai mici. Adresîndu-mă aici mai ales acelor colegi mai tineri care consideră drept misiunea lor pătrunderea în necunoscut și doresc să intre

în cercetare, le spun nu vă limitaţi numai la detalii, mergeţi pe ambele căi. Încercăţi să înţelegeţi întregul, încercaţi să vă opriţi la toate nivelurile şi să fiţi foarte circumspecţi la fiecare nivel, pentru că veţi întîmpina surprize. Nu contează la care nivel lucrăm, toate sînt la fel de minunate, trebuie să ştim însă unde ne aflăm, de la care nivel vorbim, şi să nu tragem concluzii nejustificate pentru alte niveluri, superioare ori inferioare. Sper că data viitoare cînd vă voi vorbi, îmi voi încheia prelegerea într-un mod mai spectaculos, scoţînd din buzunar un iepure sintetic.

1948

DESPRE CREATIVITATEA ŞTIINŢIFICĂ*

Dacă mă privesc din afară în mod obiectiv, primul lucru care mă izbeşte la mine este graba cu care alerg în fiecare dimineaţă spre laborator. Activitatea mea nu ia sfîrşit nici atunci cînd, după masă, îmi părăsesc locul de muncă. Tot timpul continuu să reflectez la problemele mele şi cu siguranţă creierul este fără încetare preocupat de ele şi în cursul somnului, întrucît de cele mai multe ori soluţia îmi vine în minte în clipa în care mă trezesc, cîteodată în toiul nopţii. Creierul meu funcţionează pare-se ca acel purgativ căruia i se făcea reclamă cu următorul text : „Dormi şi visează, Darmol lucrează". Pe cît îmi pot aduce aminte, foarte rar mi s-a întîmplat să fi găsit rezolvarea vreunei probleme prin gîndire conştientă. Această gîndire conştientă acţiona în creierul meu numai ca un declanşator ce determină rezultatul final şi se pare că atunci cînd nu-l deranjam, de exemplu cînd dormeam sau pescuiam, el lucra mult mai bine. Cred că fără această concentrare şi dăruire nu se poate realiza nimic serios nici în artă şi nici în ştiinţă.

Sînt adînc convins că cei mai mulţi dintre noi stabilim de foarte tineri standardurile ce formează baza aprecierilor noastre, iar mai tîrziu nu le mai putem schimba. După coordonatele mele, munca de creaţie spirituală era cel mai înalt scop pentru care poate lupta cineva, singurul pentru care merită să lupţi. Formarea în anii tinereţii a judecăţilor noastre de valoare

* *Ibidem*, p. 128—130. După *Perspectives in Biology and Medicine*, 5, 1962.

constituie cel mai important aspect al educației și de multe ori aș vrea să știu ce fel de oameni vor deveni acei tineri care cresc vizionînd programele de televiziune pline de violențe, crime și reclame amăgitoare, tineri adeseori lipsiți de tradiții familiale capabile să contracareze aceste influențe.

De multe ori am fost întrebat cum a putut mica Ungarie, patria mea de origine, să dea lumii relativ atît de mulți artiști și oameni de știință proeminenți. Factorul care a contribuit cu siguranță la aceasta a fost prețuirea valorilor spirituale ce caracteriza viața familiei mele și, într-o anumită măsură, tradiția întregii națiuni. Poporul considera un mare om de știință mai presus de un mare om de afaceri, funcționar sau politician.

Micul David din Biblie, care l-a ucis pe Goliat, a simțit cu siguranță o mare satisfacție cînd și-a văzut adversarul doborît la pămînt. Adevăratul om de știință nu poate simți niciodată o asemenea satisfacție. În mintea sa se poate contura o problemă tot atît de mare pe cît era Goliat în ochii lui David, dar de îndată ce problema se rezolvă, ea pălește, își pierde orice interes. Poate că acest lucru ne împinge mereu mai departe și nu ne lasă să ne liniștim, pentru a ne bucura de realizările din trecut (se spune pe drept cuvînt că nu e bine să te culci pe lauri). Această activitate este pasionantă, dar incomodă. Obsesia creatoare nu e lipsită de suplicii. Se pare că orice naștere este dureroasă.

Furnicile sînt stimulate de un uriaș instinct creator în vederea construirii de mușuroaie înalte care, de fapt, nu servesc la nimic. Nu se pune numai problema să creăm, ci și ce să creăm. Natura problemei este un lucru foarte important. A ridica o problemă interesantă, a pune o întrebare bună, aceasta înseamnă a înfăptui deja jumătate din întreaga muncă. Valoarea creativității științifice depinde de scopul pentru care cheltuim această creativitate. Cu cît e problema mai importantă, fundamentală, cu

atît mai bine, deşi şi în acest domeniu există limite stricte, iar sarcina supradimensionată nu valorează mare lucru. Goethe spunea că „geniul nu se manifestă nicăieri mai bine decît în automoderarea înţeleaptă". Newton, care a elaborat legile fundamentale ale gravitaţiei, s-a ţinut departe de problema *naturii* forţei de gravitaţie, lucru pe care nu-l cunoaştem nici azi, nu era cunoscut nici în timpul lui Newton şi probabil va rămîne o necunoscută încă multă vreme, dacă nu pentru totdeauna. În ceea ce mă priveşte, îmi plac numai problemele fundamentale şi mi-aş putea caracteriza cercetările printr-o parabolă : atunci cînd m-am stabilit la Woods Hole şi am început să pescuiesc, foloseam întotdeauna nişte undiţe enorme. Eram convins că oricum nu prind nimic şi eram de părere că este cu mult mai pasionant să nu prinzi un peşte mare decît să nu prinzi unul mic. De atunci am redus dimensiunile undiţei şi se mai întîmplă să înhaţ şi cîte un peşte.

1962

III

RESPONSABILITATEA OMULUI DE ȘTIINȚĂ

„MAIMUȚĂ SMINTITĂ"*

Indiscutabil, omenirea trece printr-una din cele mai critice perioade ale istoriei sale, o perioadă care — într-un viitor nu prea îndepărtat — poate duce lesne la totala sa dispariție. Despre cauzele acestei crize și modalitățile de înlăturare a ei s-au scris nenumărate studii. Ea a fost analizată din punct de vedere militar, politic, social, economic, tehnic și istoric. Există însă un factor de care mai toată lumea a uitat : omul însuși, omul ca unitate și entitate biologică. Sub acest aspect voi aborda problema în cartea de față.

Omenirea se dezvoltă ca un șarpe. Din timp în timp își leapădă pielea veche și dobîndește una nouă. Se pare că acest proces coincide cu perioadele de turbulență și cele calme ale istoriei omului.

Erasm, filozoful Renașterii, făcea distincție între perioadele de turbulență și cele calme ale istoriei. Perioadele de turbulență sînt acelea de schimbare bruscă. Cu cît mai rapidă este schimbarea, cu atît turbulența este mai mare. Așadar trebuie să dăm răspuns la două întrebări : ce a determinat schimbarea bruscă ce se desfășoară în zilele noastre și cum poate intra omul în noua sa piele ? Și, desigur, un răspuns la întrebarea finală : va fi oare capabilă omenirea să supraviețuiască la uneltirile acelor oameni ai zilelor noastre care adesea se comportă mai degrabă ca niște maimuțe smintite, decît ca ființe umane întregi la minte ?

1970

* *Ibidem*, p. 133. După *The Crazy Ape*, Philosophical Library Inc., New York, 1970.

AȘA SE PUNE PROBLEMA *

De ce se comportă omul ca un desăvîrșit idiot? Iată problema de care aș dori să mă ocup. Omul este capabil acum, pentru prima dată în cursul istoriei sale, să se bucure de viață, fără a mai suferi de frig, de foame, de boli. Pentru întîia oară este el acum în stare să-și satisfacă toate necesitățile fundamentale. Și tot acum a devenit el, pentru întîia oară în cursul istoriei sale, capabil să se nimicească dintr-o singură lovitură sau să facă de nelocuit drăgălașul lui globuleț, care se micșorează din cauza poluării și suprapopulării.

Am putea crede că orice cretin poate face o alegere înțeleaptă între acești doi termeni ai alternativei. De fapt este o alegere între plăcere și durere. Se pare însă că omul este înclinat spre cel de-al doilea termen al alternativei, pentru instaurarea unui „imperiu al gîndacilor". Gîndacii, mai puțin sensibili la radiațiile de mare energie, vor găsi destulă hrană într-o lume golită de produsele necesare menținerii vieții umane. În țara cea mai bogată din lume, cinci la sută din populație suferă de foame. În restul lumii suferă de foame cincizeci la sută, copiii nu capătă hrană suficientă pentru a-și construi un corp și o minte sănătoasă și se culcă flămînzi. În acest timp, numai în Statele Unite s-au cheltuit pentru „apărare", de la al doilea război mondial încoace, 1 000 000 000 000 dolari, pe mijloace de distrugere în masă. Bineînțeles, nici Uniunea Sovietică nu se lasă mai prejos. Aceste sume sînt atît de gigantice, încît nici cea

* *Ibidem*, p. 134—135.

mai bogată fantezie nu le-ar putea cuprinde. Ele de mult ar fi putut ridica substanțial nivelul de trai al omenirii. Se petrece cu adevărat o crimă, dar nu este vorba doar de o crimă. Este de-a dreptul o stupiditate, deoarece prin aceste cheltuieli paranoice nu am obținut altceva decît insecuritate, tensiune nervoasă, ne-am cumpărat un bilet pentru autonimicire, încredințîndu-ne soarta în mîinile unora în care nu avem absolut nici un motiv să ne încredem.

Dacă omenirea este într-adevăr atît de cretină, cum de a putut rămîne în viață în primul milion de ani ? Există două răspunsuri posibile la această întrebare. Unul din ele este că omul nu e chiar atît de nechibzuit, mai curînd împrejurările s-au schimbat în așa măsură, încît el nu se mai potrivește cu mediul său, ceea ce lipsește faptele sale de noimă. Se mai poate ajunge însă la concluzia că omul a fost întotdeauna așa ca astăzi, că a fost întotdeauna autonimicitor și că numai mijloacele tehnice i-au lipsit pentru a se distruge. Istoria sa a fost întotdeauna plină de nenumărate masacre și distrugeri lipsite de sens ; omul nu s-a autodistrus pînă acum numai din cauza naturii sale primitive și ineficacității instrumentelor sale de ucidere care permiteau multora să supraviețuiască, oricît de violentă ar fi fost ciocnirea. Știința modernă a schimbat însă situația și astăzi vom avea toți aceeași soartă.

Indiferent care din cele două teorii este cea justă, dacă ne punem speranțe în supraviețuirea noastră, trebuie să aflăm cu maximă urgență ce ne ține de acest făgaș fatal și dacă avem șanse sau vreo modalitate să-l părăsim.

1970

OMUL ŞI NATURA *

Natura este imensă, omul este mic ; calitatea şi nivelul vieţii umane au depins întotdeauna de relaţia dintre om şi natură, de măsura în care omul a putut să înţeleagă natura şi să folosească forţele ei spre binele său.

Supravieţuirea oricărei specii depinde de priceperea ei de a se adapta mediului înconjurător. Asemenea tuturor celorlalte specii vii, omul a trebuit să se adapteze lumii în care s-a născut. Această lume, acum, să spunem, o sută de mii de ani era extrem de simplă, iar problemele sale, aidoma. Principala problemă era cum să te menţii în viaţă pînă la sfîrşitul zilei — cum să găseşti hrană, adăpost, un partener sexual. Toate acestea sînt nevoi primare. În consecinţă, omul şi-a dezvoltat simţuri care l-au făcut capabil să deosebească un urs de un lup, copacii de stînci, toate elementele esenţiale ale lumii sale. Viaţa lui s-a îmbunătăţit pe măsură ce a învăţat să făurească şi să folosească unelte. Inventarea acului, a roţii, a arcului, a olăritului, descoperirea focului, metalelor etc. au marcat jaloanele pe drumul său de ridicare din primitivitate.

Aceste invenţii şi descoperiri se bazau pe experienţa cotidiană a omului. Numai o dată cu acel neobişnuit avînt al intelectului uman reprezentat de lumea egipteană şi greco-romană au încercat oamenii, în mod sporadic, să şi înţeleagă natura. Eforturile lor le putem rezuma sub denumirea de „ştiinţă a antichităţii". Ştiinţa acestei perioade se caracteriza prin cre-

* *Ibidem*, p. 136—142.

dință în puterea supremă a minții omenești de a rezolva toate problemele. Lucrul acesta poate fi exemplificat prin povestea cu cele două pietre. Aristotel, a cărui gîndire avea să constituie instanța supremă timp de multe secole, susținea că o piatră mare cade mai repede decît una mică. Remarcabil în această aserțiune nu era faptul că era greșită, ci că Aristotel nu s-a gîndit niciodată să o verifice. El ar fi considerat probabil o insultă pînă și o asemenea propunere. De ce să apelăm la niște fapte brute, din moment ce rațiunea poate răspunde la toate întrebările noastre ? Libertatea gîndirii umane este foarte limitată. Cu toții trăim într-o colivie foarte strîmtă, în „spiritul epocii noastre", în care avem foarte puțină libertate de mișcare. Dacă în epoci diferite oamenii au gîndit în feluri diferite, aceasta s-a datorat nu faptului că colivia s-a lărgit, ci că s-a mișcat din loc. Spiritul epocii sale l-a împiedicat pe Aristotel să ridice două pietre pentru a vedea care din ele cade mai repede.

În secolul al XVI-lea avea să se producă o grandioasă schimbare în gîndirea umană ; într-o bună zi, un tînăr nemulțumit s-a urcat pe acoperișul turnului înclinat din Pisa cu două pietre în mînă, una mare și una mică, rugîndu-și prietenii să constate care din cele două pietre aruncate concomitent va cădea prima pe caldarîm. Acest om pe nume Galileo Galilei se îndoia nu numai de perfecțiunea minții sale, ci și de cea a simțurilor sale, lucru pe care l-a remediat construind telescoape. În felul acesta el a descoperit sateliții lui Jupiter, pe care nici un om nu-i văzuse pînă la el, dovedind că universul nu a putut fi clădit numai pentru plăcerea sau ispitirea omului. Astăzi rezumăm sub numele de Renaștere această reînnoire a minții omenești. Galileo a fost unul dintre primii vizionari, urmat curînd de Kepler, Leeuwenhoek și mulți alții care, măsurînd, observînd, numărînd, au elaborat știința clasică, ale cărei culmi au fost atinse de Newton, Darwin și Pasteur.

Această știință clasică se ocupa de lumea pe care omul o cunoștea, în care se născuse, la care încerca să se adapteze, în care trăia. Așadar, această știință nu aducea elemente calitativ noi în viața omului, ea clarifica doar relațiile interne ale lumii înconjurătoare. Această știință a avut o influență imensă asupra gîndirii umane, înlocuind capriciul prin lege și ordine, oferind omului pentru prima oară o idee despre ce era el și locul unde se afla.

În timp ce știința din antichitate nu a schimbat viața omului, știința clasică — după o perioadă latentă de cîteva secole — a dus în secolul al XIX-lea la „revoluția industrială", care a îmbunătățit foarte mult calitatea vieții umane. A *îmbunătățit-o*, dar calitativ nu a introdus factori noi. Acul era cunoscut cu milenii în urmă, războiul de țesut nu făcea decît să țeasă mai repede și mai bine. La fel, trenul — calul de fier — nu a făcut decît să întreacă în rapiditate calul, oferind prin inventarea sa comodități de călătorie. Coeficientul mortalității a scăzut, producția de alimente și mărfuri a crescut, a luat naștere o nouă clasă socială, muncitorimea industrială, dar în ansamblu structura lumii a rămas neschimbată.

În zorile secolului nostru patru descoperiri importante vesteau începutul unei ere noi în istoria omenirii. Au devenit cunoscute razele X (1895), electronul (1895), radioactivitatea (1896) și cuantele (1900), aceste descoperiri fiind urmate curînd de teoria relativității (1905). Nici una dintre noile descoperiri nu era — și nici nu putea fi — perceptibilă prin organele noastre de simț. Ele au demonstrat că în jurul omului există o lume despre care înainte el nu avusese habar și cu privire la care simțurile sale nu-i puteau oferi nici o informație. Acestea nu numai că nu l-au informat, dar existau tocmai *pentru a nu-l informa*. Dacă ar fi făcut acest lucru, ele nu și-ar fi îndeplinit rostul și omul n-ar mai fi putut rămîne în viață. Dacă eu aș percepe atomi sau cuante în loc de camioane,

aș fi călcat de acestea ; dacă strămoșii mei ar fi văzut electroni în loc de urși, în modul cel mai probabil ar fi fost mîncați.

Istoria omului se împarte de fapt în două capitole prin apariția *științei moderne* în zorile acestui secol. În prima perioadă, omul trăia într-o lume în care se născuse specia sa și la care el și simțurile sale erau adaptate. În cea de-a doua, omul a pășit într-o lume nouă, cosmică, cu totul străină de el. Niciodată înainte în istoria sa el nu fusese supus la o schimbare atît de bruscă. Deși nu sînt atît de îngrozitor de bătrîn, îmi mai aduc aminte cînd unchiul meu, un om de știință, mi-a spus că la Academia Franceză de Științe din Paris a fost prezentată o lucrare ce dovedea categoric că zborul cu ajutorul obiectelor mai grele decît aerul este imposibil. Toată lumea a răsuflat ușurată, întrucît ideea zborului începuse să-i preocupe pe oameni. Îmi aduc aminte și cînd pe moșia tatălui meu a apărut primul automobil, iar muncitorii insistau ca șoferul să ridice capota și să dezvăluie șarlatania — calul ascuns.

După o latență de mai puțin de o jumătate de secol, știința modernă a început să transforme viața omului, introducînd factori la care înainte vreme omul nici nu putea visa. Forțele puse la dispoziția omului nu mai erau forțe terestre, de dimensiuni umane, ci forțe cosmice, forțele care formează universul. Temperatura de cîteva sute de grade Fahrenheit a plăpîndelor noastre focuri terestre a fost înlocuită cu temperatura de zece milioane de grade a reacțiilor atomice, care constituie sursa de căldură a soarelui. Viteza calului ca dimensiune a vieții omului a fost înlocuită cu viteza luminii sau a sunetului, forța relativ ineficientă a armelor noastre a fost înlocuită cu forța atomului, care în cîteva secunde poate săpa porturi, poate mișca din loc munți, poate nimici societăți întregi.

John Platt [1] a făcut bilanțul acestor schim-

[1] *Science*, 166, 1115, 1969.

bări arătînd că în secolul nostru viteza de comunicaţie s-a mărit cu un coeficient de 10^7 (de zece milioane de ori), viteza de deplasare cu 10^2, viteza de prelucrare a datelor cu 10^6, resursele de energie cu 10^3, puterea armelor cu 10^6, capacitatea noastră de a domina bolile cu aproximativ 10^2 şi rata creşterii populaţiei cu 10^3 faţă de situaţia existentă cu cîteva milenii în urmă. Acesta este doar un început care deschide infinite posibilităţi în ambele direcţii — în direcţia construirii unei vieţi umane nesperat de bogate şi demne sau către un sfîrşit subit în extremă mizerie. Trăim într-o lume nouă, cosmică, pentru care omul nu a fost pregătit. Supravieţuirea sa depinde acum de măsura în care se poate adapta repede şi bine la această lume, remodelîndu-şi toate ideile, toate structurile sale sociale, economice şi politice. Existenţa sa depinde de măsura în care se poate adapta mai repede decît îl pot distruge forţele ostile. În prezent, scorul este net în defavoarea lui.

Sîntem nevoiţi să înfruntăm situaţia cu creierul nostru de oameni ai cavernelor, un creier care nu s-a modificat mult de cînd s-a format. O înfruntăm cu o gîndire, instituţii şi metode depăşite, cu conducători politici care-şi trag rădăcinile din vechea lume preştiinţifică şi care cred că singura cale de rezolvare a acestor imense probleme o constituie înşelătoria şi ipocrizia, sporirea arsenalului nostru atomic — suficient deja pentru a ucide de trei ori orice fiinţă vie —, încercarea de a înlocui o încărcătură explozibilă cu mai multe, crearea de noi rachete şi antirachete sau anti-antirachete, cheltuirea de nenumărate miliarde pe instrumente ale morţii. Putem deja şterge de pe faţa pămîntului cu o singură lovitură orice oraş îndepărtat, şi cu toate acestea depozităm din ce în ce mai multe bombe sub pămînt şi pe fundul mării, gata să fie detonate, ca şi cum ar fi bombe de tip vechi, al căror număr ar putea decide soarta unor bătălii.

Ceea ce face ca toate acestea să fie atît de îngrozitor de absurde este că aceste bombe nu pot fi deloc folosite. Sînt prea puternice. Nu le putem lansa fără a ne sinucide și fără a nimici totodată întreaga omenire. În prezent cea mai mare putere militară din lume este incapabilă să învingă o națiune mică și subdezvoltată, o națiune care nu posedă nici o bombă de felul acesta și cu toate acestea istovește forțele vitale ale adversarului său. O lume în care pot contempla în culori naturale cum pășește semenul meu pe lună și chiar să-l aud vorbind, în timp ce eu mă odihnesc acasă în papuci, nu este lumea cea veche în care ne-am născut. Este o lume nouă care cere idei, conducători și metode noi. Faptul că încă nu am realizat lucrul acesta — că nu am conceput „noi" idei, nu am crescut „noi" conducători, nu am inventat „noi" metode — este deprimant de evident, întrucît continuăm să acționăm ca înaintașii noștri, cu milenii în urmă. De-a lungul timpurilor principala grijă a omului a fost viața de după moarte. Astăzi, pentru prima dată, părerea noastră este că trebuie să ne întrebăm dacă va mai exista viață înainte de moarte.

1970

CREIERUL ŞI MINTEA *

Indiferent ce ar face omul, întîi trebuie ca lucrul acesta să se producă în mintea lui, iar mecanismul care stă la baza minţii este creierul. Nu poate exista activitate fără un mecanism care să stea la baza ei, iar mecanismul nu poate face mai mult decît ceea ce îi permite structura. Oricît de mari eforturi ar depune, vaca niciodată nu ar putea oua, nici gramofonul nu ar putea bate litere, iar maşina de scris nu ar putea face muzică. Nici omul nu poate face altceva decît ceea ce îi permite creierul. Deci, înainte de a vorbi despre activitatea umană, trebuie să aruncăm o privire asupra creierului şi să vedem ce fel de organ este şi în ce scop l-a format natura.

În lupta lor pentru viaţă, unele animale dispun de gheare, altele de coarne sau colţi, în timp ce altele produc veninuri. Omul dispune de creier şi este curios că acest strop de materie semisolidă s-a dovedit a fi un instrument mai formidabil decît ghearele, coarnele sau veninurile, asigurînd supremaţia omului. Natura a format creierul uman pentru ca acesta să caute hrană, securitate şi alte asemenea lucruri, să caute situaţii avantajoase, să-l ajute pe om să ajungă viu la sfîrşitul zilei. Este un organ de supravieţuire. Activitatea umană este motivată de necesitate sau dorinţă, iar creierul este instrumentul satisfacţiei umane.

În societăţile primitive acesta trebuie să fi fost singurul său rol. În societăţile mai sofisticate creierul şi-a dezvoltat o a doua funcţie : să găsească argumente, unele foarte răsunătoare,

* *Ibidem*, p. 143—146.

pentru a justifica faptele sau dorințele omului. Creierul nostru o face atît de repede, încît ne păcălim, avînd impresia că aceste argumente într-adevăr motivează acțiunile noastre.

Vorbind despre argumente, un lucru trebuie să fie clar : ele nu au nici o semnificație reală. Ele constau din vorbe, iar vorbele pot fi îmbinate în multe feluri. Toată lumea a auzit despre distracția favorită a lui Socrate : „Spune ceva și te voi combate ; spune contrariul și te voi combate de asemenea". Orice poate fi justificat prin vorbe și logică.

În ultima vreme națiunea americană s-a polarizat în două grupuri de atitudine — uliii și porumbeii. Primilor le place războiul, celorlalți pacea. Ambele grupuri își pot justifica atitudinile și faptele atît prin vorbe, cît și prin logică. Așadar acestea nu au nici o semnificație reală. Semnificație are simplul fapt că există ulii și porumbei, că *uliii gîndesc și acționează ca uliii, iar porumbeii gîndesc și acționează ca porumbeii.*

Întregul nostru sistem nervos s-a dezvoltat într-un singur scop, acela de a ne menține în viață și de a ne satisface necesitățile. Toate reflexele noastre se află în serviciul acestui scop. Aceasta ne face extrem de egoiști. Cu rare excepții, pe oameni nu-i interesează cu adevărat decît un singur lucru : ei înșiși. Fiecare om este de nevoie centrul propriului său univers.

Atunci cînd creierul uman a luat forma sa definitivă, să spunem cu 100 000 de ani în urmă, problemele și soluțiile trebuie să fi fost extrem de simple. Probleme de perspectivă nu existau ; omul trebuia să înșface orice avantaj imediat. Lumea s-a schimbat, dar noi tot mai sîntem înclinați să ne vindem interesele vitale mai îndepărtate pentru niște cîștiguri minore imediate. Complexul nostru militar-industrial, care primejduiește viitorul omenirii, își datorează stabilitatea în mare măsură faptului că de el depinde existența a foarte mulți oameni.

Lucrul acesta este valabil pentru noi toți, inclusiv pentru mine. Cînd am primit Premiul

Nobel, singura sumă mare de bani pe care am văzut-o la un loc vreodată, m-am gîndit că trebuie să fac ceva cu banii aceştia. Cea mai lesnicioasă soluţie pentru a scăpa de acest cartof fierbinte era să investesc banii, să cumpăr acţiuni. Îmi dădeam seama că se apropia al doilea război mondial şi mă temeam că, dacă voi poseda acţiuni care cresc pe timp de război, voi începe să doresc războiul. Aşa că am cerut agentului meu să cumpere acţiuni care scad în caz de război. A procedat întocmai. Am pierdut banii şi mi-am mîntuit sufletul.

Aceste trăsături ale minţii omeneşti au consecinţe uluitoare asupra structurilor sociale. Omul creează instituţii pentru a-şi satisface nevoile sociale în concordanţă cu filozofia sa. Indivizii se alătură acestor instituţii şi fac ca interesele lor personale să se contopească cu acelea ale instituţiilor de prosperitatea şi puterea cărora depind propriile lor perspective. Rezultatul este că foarte repede aceste instituţii încep să servească mai degrabă propriile lor interese decît nevoile societăţii. Cu timpul, nevoile societăţii şi filozofia se schimbă, dar instituţiile nu ; ele continuă să lupte pentru propriile lor interese pînă cînd, adesea cu preţul multor suferinţe, vărsări de sînge şi ravagii, sînt măturate de revoluţie. Omul creşte în aceste răscoale ; el devine aşadar asemenea unui şarpe, care-şi schimbă periodic pielea.

Apariţia ştiinţei moderne a accelerat în mare măsură aceste schimbări. În prezent, majoritatea instituţiilor noastre sociale servesc în principal propriile lor interese, pretinzînd totodată că servesc scopul pentru care au fost create. Aceasta se aplică în egală măsură la armate, biserici sau guverne ; înseamnă că trăim într-o lume ipocrită, a falselor pretexte, lume care începe să fie respinsă în întregime de tineretul nostru.

1970

OBSERVAȚII DESPRE EDUCAȚIE *

Am încercat să arăt în paginile anterioare că activitatea depinde de un mecanism care stă la baza ei și că acțiunea umană își are temeiul în structura creierului. Dacă lucrurile s-ar limita numai la aceasta, nu s-ar putea face nimic pentru a schimba actualul curs al lucrurilor și cartea de față ar fi inutilă. Ceea ce face însă ca viitorul omului să se afle în propriile sale mîini este faptul că creierul său are multe trăsături comune cu o mașină inventată în ultimul deceniu : computerul. Acesta este un mecanism ca oricare altul, dar ceea ce poate face depinde nu numai de structura sa brută, ci și de structura sa mai fină, electrică sau magnetică, care poate fi schimbată prin programare. Deci, ceea ce poate face un computer depinde de programarea sa.

Ceea ce numim „educație" nu este nimic altceva decît programarea creierului într-o etapă timpurie, cînd mai este maleabil. Viitorul omenirii depinde de educație, un sistem de programare care poate fi modificat. În esență, istoria omenirii reflectă modificarea treptată a acestei programări și, dacă te-ai compara cu un canibal, ai putea constata că singura diferență esențială în raport cu acesta rezidă în programarea educațională la care ai fost supus. De aici rezultă că educația este una din cele mai importante activități ale omenirii. Ea deschide calea către minunate posibilități, dar totodată expune omenirea unor teribile pericole întrucît, prin educație, orice sistem dictatorial poate transforma

* *Ibidem*, p. 147—150.

societatea potrivit intereselor sale şi, dacă dorește, poate transforma oameni cumsecade în ucigaşi sălbatici, aşa cum am văzut că s-a întîmplat în repetate rînduri în cursul acestui secol.

Sistemele politice au făcut invariabil uz de aceste posibilităţi. Întotdeauna prima sarcină a fiecărui nou regim politic era de a crea un sistem educaţional care să-i servească interesele şi să-i asigure consolidarea. Eu însumi am crescut într-o ţară feudală, în care se considera că gîndirea este un pericol ; astfel, am fost pus să învăţ la nesfîrşit şi mi s-a băgat în cap că cea mai înaltă virtute este să fii gata să-ţi dai viaţa pentru rege. (Mai tîrziu am aflat că de fapt „regele" însemna clica ce a declanşat primul război mondial, prezentînd rapoarte falsificate împăratului.)

Teoretic, există posibilitatea schimbării prin educaţie a cursului istoriei dintr-un condei, înlocuind naţionalismul îngust al zilelor noastre cu solidaritatea umană. Însă, practic, greutăţile sînt enorme, căci cine poate să instruiască tineretul ? Oamenii mai bătrîni trebuie să-i înveţe pe cei tineri, dar oamenii bătrîni au tendinţa de a transmite învăţăceilor lor concepţia despre lume în care au fost crescuţi ei înşişi. Cine ar trebui, deci, să-i înveţe pe învăţători şi către ce fel de lume năzuim ? Dacă am putea răspunde la aceste întrebări, ne-am afla la jumătatea drumului spre rezolvarea problemelor lumii.

Cu toate acestea, căi de abordare a chestiunii respective există. Unul dintre cei mai importanţi factori care decid faptele omului este sistemul său de valori, dintre care cele mai multe îi sînt instilate la o vîrstă fragedă. La cei 76 de ani ai mei alerg şi acum nerăbdător în fiecare dimineaţă la laboratorul meu, pentru că de copil am învăţat în familie că singurul lucru pentru care merită să te zbaţi este crearea de noi cunoştinţe şi frumuseţi.

Obiectul de studiu cu cea mai mare influenţă asupra formării sistemului nostru de valori este istoria, căci pe ce altă temelie decît trecutul ar putea fi construit viitorul ? Deşi specialitatea mea o constituie ştiinţele naturii, cred că cel mai important obiect în educaţia unui copil este istoria. Dar ar trebui să fie istoria reală. După mine, „istoria reală" este povestea evoluţiei lente a omului, povestea felului în care s-a ridicat, de la nivelul animalelor al căror semen era, la poziţia sa superioară de astăzi, de pe care el poate aprecia frumuseţea şi cunoştinţele şi poate chibzui la situaţia la care a ajuns şi la ceea ce este. Ritmul acestei ascensiuni este rezultatul a doi factori, dintre care unul o accelerează, iar celălalt o încetineşte. Au încetinit-o războaiele, vărsările de sînge, distrugerile, reprezentanţii acestor forţe fiind regii, baronii, dictatorii, generalii şi alţii de felul lor. Această istorie nu este numai sîngeroasă, ea este şi falsă, căci, aşa cum s-a arătat adesea, soarta celor mai multe războaie nu a fost decisă de regi glorioşi sau de generali eroici, ci de şobolanii şi păduchii care au transmis infecţiile şi au răspîndit epidemiile. Soarta războaielor a fost decisă şi de lipsa de alimente, un exemplu constituind recenta tragedie a Biafrei. Reprezentanţii forţelor care au împins omul înainte au fost cei ce au căutat şi au descoperit noi cunoştinţe şi frumuseţi, valori morale şi etice mai convingătoare. Totuşi nu le-am găsit menţionate numele nicăieri în cărţile mele de istorie. Nu de puţine ori înălţimea piedestalurilor pentru statuile ridicate în cinstea eroilor noştri naţionali este proporţională cu numărul oamenilor pe care i-au ucis, după cum remarca Bertrand Russell. Pentru mine adevăraţii eroi ai omenirii sînt cei de felul lui Galilei, Newton, Darwin, Pasteur, Shakespeare, Bach, Lao-Tzi şi Buddha, ale căror nume rareori sînt menţionate în cărţile de istorie, pline de descrierea unor bătălii şi schimbări lipsite de sens.

O educaţie bună ar putea rezolva şi o altă problemă a omului, dintre cele mai presante : ce să facă cu el însuşi după ce va ajunge să producă mai mult decît consumă. Pentru aceasta avem nevoie de un sistem educaţional bazat pe înţelegerea reală a valorilor morale, estetice şi spirituale. Există suficientă frumuseţe, graţie şi măreţie în lume care să ne umple mintea ; nu este deloc nevoie să ne apucăm să ucidem oameni numai ca să scăpăm de plictiseală.

În ultimul timp, situaţia descrisă în acest capitol s-a schimbat într-o oarecare măsură. Am scris că bătrînii îi învaţă pe cei tineri. Acum nu mai este aşa. Tinerii s-au desprins, ei se învaţă unul pe altul şi îşi creează o lume proprie.

1970

DUALITATEA ETICII *

Etica reprezintă unul din stîlpii de susţinere ai comportamentului uman. Prin educaţie, codul nostru moral ne este adînc întipărit în minte în anii copilăriei. Ce este etica ? Corespunde ea unor adevăruri intrinsece, absolute, care există şi dăinuiesc în sine indiferent de împrejurări ? După părerea autorului, etica nu constituie decît un ansamblu de norme care fac posibilă convieţuirea şi depind de împrejurări. De exemplu, în lumea noastră occidentală, bigamia reprezintă una din cele mai grave abateri de la morală, aspru pedepsită de lege ; cu cîteva mii de mile mai spre est însă, nu poţi fi admis într-un club de elită dacă nu ai cîteva soţii.

Principalele imperative morale au fost admirabil rezumate în cele zece Porunci ale lui Moise. Cea mai importantă poruncă este „să nu ucizi". Dar natura este clădită pe omor ! Încearcă să înveţi un tigru să nu ucidă şi, dacă ar putea, ar rîde de tine. Învaţă un şoricel să nu fure (potrivit unei alte porunci), şi ar muri de foame. Fără omoruri şi furturi, natura s-ar duce de rîpă.

Omorul şi furtul fac parte din legea junglei dar, evident, o societate umană nu poate fi construită pe ele. „Să nu ucizi" (altfel vei fi şi tu ucis) ; „să nu furi" (altfel se va fura şi de la tine şi asta nu e o soluţie). Ambele porunci ne sînt temeinic inculcate în anii copilăriei ; ca urmare, cei mai mulţi dintre noi nu ar putea ucide sau fura fără o oarecare inhibiţie.

---

* *The Crazy Ape*, op. cit., p. 27—30.

Cele două porunci sus-menţionate constituie baza structurii noastre sociale. Conflictul creat de ele derivă din faptul că omul este un animal de pradă, care se deosebeşte de celelalte animale de pradă prin faptul că-şi pradă semenul. Îi place pacea în casă, dar totodată îi place să iasă la expediţii de pradă şi să domine pe alţii. Astfel, el are nevoie de două coduri morale, unul individual, particular, pentru a-l folosi acasă, şi altul colectiv, public, pentru a-l folosi în expediţiile sale. Aceste două coduri morale sînt diametral opuse. Ce este considerat o ruşine în unul este un punct de glorie în celălalt şi viceversa. În timp ce putem fi pedepsiţi pentru port ilegal de armă acasă, însuşi statul care ne pedepseşte investeşte o mare parte din cîştigul nostru în crearea celor mai nebuneşti unelte de ucidere, ca gaze otrăvitoare, napalm, substanţe toxice asfixiante şi defoliante. În prezent, o parte considerabilă a tineretului nostru este aruncat în închisoare pentru mulţi ani de muncă silnică sau este forţat să trăiască în exil pentru a fi refuzat să participe la uciderea unor oameni săraci şi subdezvoltaţi, aflaţi la o distanţă de zece mii de mile şi care niciodată nu le-au atacat ţara. Judecători bătrîni îşi manifestă patriotismul pronunţînd sentinţe grele pentru ruperea unui ordin de chemare sau pentru a fi acţionat în spiritul propriei conştiinţe, potrivit principiilor stabilite de S.U.A. la procesele de la Nürnberg. Mii de tineri care nu au preferat exilul lîncezesc în închisori. A refuza să mori sau a rupe un ordin de chemare atrag aceeaşi pedeapsă ca tîlhăria la drumul mare. Ani lungi de muncă silnică în închisoare echivalează cu un omor legal, aducînd prejudicii ireparabile minţii. Dar cine îi va judeca pe judecători şi cine va guverna guvernele ? Sînt de acord cu Bernard Shaw [1] că fiecare judecător ar trebui să intre

[1] G. Bernard Shaw, *The Crime of Imprisonment*, Philosophical Library, New York, 1952.

pentru un timp la închisoare pentru a vedea la ce condamnă el oamenii pe care îi trimite acolo.

Acest cod moral dublu este general acceptat şi aplicat de guverne şi în probleme de politică externă. Dificultăţile apar din cauză că ştiinţa a desfiinţat timpul şi distanţa ca factor de separare a naţiunilor ; pe globul nostru micşorat există astăzi loc numai pentru un singur grup, familia umană. Astfel, nu poate exista decît un singur cod moral. Întrucît distanţa a dispărut şi pentru toate scopurile practice oamenii sînt legaţi într-un singur grup, vom numi omorul „omor", indiferent de culoarea, uniforma sau paşaportul celui ucis. Drept care va trebui să pedepsim omorul, indiferent dacă este individual sau de masă, nescuzîndu-l chiar dacă se invocă politica drept motiv.

Probabil că acest dublu cod moral stă la baza rupturii în cariera multor politicieni de frunte, care îşi încep eforturile politice cu dorinţa de a îmbunătăţi soarta semenilor lor. De îndată ce ajung sus, ei tind să înlocuiască propriul lor cod moral cu cel colectiv ; ei încep să slujească idei abstracte, care nu au nici în clin, nici în mînecă cu binele poporului lor şi fac război. Linia despărţitoare între gloria şi puterea unei naţiuni şi cea a conducătorilor săi nu este foarte marcată. Suferinţa umană colectivă devine şi ea prea uşor o abstracţie. Eu însumi sînt impresionat ori de cîte ori văd o suferinţă, iar moartea mă tulbură. Adesea ocolesc o stradă pentru a evita o înmormîntare, dar moartea a 100 000 de oameni nu mă impresionează. Îmi vine să zîmbesc, fiind incapabil să înmulţesc moartea sau suferinţa cu 100 000. Asta pentru mine este o cifră, o abstracţie. O moarte este o tragedie, 100 000 de morţi constituie o statistică. Aşa li se pare probabil şi oamenilor ce ocupă posturi înalte. De sus, viaţa unui om trebuie să pară foarte măruntă, o noţiune care l-a făcut pe Walt Whitman să scrie versuri despre aroganţa şi îndrăzneala autorităţilor guvernamentale alese.

Din nefericire, codul moral colectiv nu este apanajul exclusiv al celor din vîrful societăţii. Îl aplicăm cu toţii de îndată ce, într-un fel, participăm la cîrmuire. Aşa se întîmplă cînd mergem la urnă să alegem uliii şi cînd votăm la infinit bugetele de miliarde pentru război şi formidabilele maşini ale uciderii şi distrugerii, iar apoi ne ducem la biserică şi cerem binecuvîntarea Domnului.

1970

BIOLOGIA ARMATELOR *

Una din principalele trăsături biologice ale unei armate, ca şi ale unei celule canceroase, este că trebuie să crească şi să tot crească, chiar dacă creşterea ei nu este necesară ; armata, cu organizarea şi structura sa, strîns legate, acţionează ca un individ năzuind spre mai multă avere şi putere. Mai există şi alte două motive care fac creşterea inevitabilă. Unul este că orice armată creează întotdeauna o contra-armată, în raport cu care trebuie să se menţină superioară. Pînă la urmă ambele armate caută să se menţină superioare una faţă de cealaltă şi intră într-o spirală infinită a creşterii. Celălalt motiv al creşterii unei armate este că trebuie să i se dea o îndeletnicire, în consecinţă se provoacă incidente, ţara fiind împinsă în războaie şi aventuri dubioase. Acest gen de activitate va zădărnici eforturile Naţiunilor Unite, singura speranţă a omenirii.

Ceea ce înţelegem prin „armată" nu se poate defini clar. Armata, împreună cu industria de armament şi guvernul, formează un singur organism. „Complexul militar-industrial" este o singură unitate inseparabilă, care trăieşte din sîngele vital al naţiunii ce îl susţine, canalizînd roadele muncii acelei naţiuni de la eforturi mai productive spre propriile aventuri neproductive.

Această creştere este periculoasă întrucît, în cazul în care complexul militar-industrial depăşeşte masa critică, el devine stăpînul autorităţii civile în loc să fie slujitorul ei ; el dictează po-

* *Ibidem*, p. 31—33.

litica externă a naţiunii şi distribuirea resurselor sale, înghiţind mari sume din venitul naţional ; el răstoarnă orice aspiraţie mai înaltă, determinînd decăderea artelor, ştiinţei şi a instituţiilor umanitare. Complexul nostru militar-industrial a depăşit deja cu ani în urmă acest indicator de primejdie şi creşterea sa în continuare a devenit autocatalitică, autoaccelerîndu-se. Aceste instituţii militar-industriale se autointitulează cu modestie „departamente ale apărării" şi pretind că singurul lor scop este apărarea cetăţeanului neînarmat. Departamentul apărării din ţara noastră duce tineretul nostru la zece mii de mile depărtare de casă pentru a măcelări un popor care niciodată nu a atacat această ţară şi pentru a fi măcelărit de el. Departamentul apărării are grijă să arunce în închisoare pe toţi cei ce obiectează împotriva plecării din ţară şi a uciderii, spre a le băga minţile în cap. Cei mai mulţi dintre noi mai păstrăm rudimente de bună cuviinţă şi nu ne place să ucidem. Armata are un leac simplu : îl ademeneşte pe individul şovăielnic într-o situaţie în care nu poate alege decît între a ucide şi a fi ucis şi îl lasă să fie călăuzit de reflexele sale. Aşa că ucidem ; cîteodată chiar întrecem măsura. Potrivit unor estimări mai conservatoare, Statele Unite au cheltuit 50 000 dolari cu uciderea fiecărui soldat vietnamez. Cu aceeaşi sumă, el ar fi putut fi trimis de zece ori într-o croazieră de lux în jurul lumii.

Armatele sînt un blestem pentru omenire, o ameninţare la adresa păcii, o ameninţare la adresa a însăşi existenţei noastre, o pată pe faţa culturii şi a inteligenţei omeneşti. Cu cît este mai mare o armată, cu atît mai tare ameninţă pacea. Noi menţinem armatele pentru a rezolva litigiile care se ridică între naţiuni. Dar litigiile sînt ca ecuaţiile — ele nu pot fi rezolvate cu ajutorul bombelor, nici chiar cu al celor atomice. Este o ruşine că pentru rezolvarea lor nu putem crea mijloace mai inteligente şi că dăm la o

parte singurul pe care îl avem — Organizaţia Naţiunilor Unite.

Nu pun la îndoială buna credinţă a armatei noastre. Ea este creată pentru a ne apăra şi doreşte să-şi îndeplinească bine misiunea, cu instrumentele cele mai noi, cele mai bune şi cele mai voluminoase. Dar ce să faci dacă gîndirea militară este prin forţa lucrurilor dură, îngustă şi mioapă, avînd un singur răspuns la probleme — uciderea. Neajunsul rezidă în faptul că guvernele civile din lumea întreagă îşi folosesc armatele pentru rezolvarea problemelor lor, dîndu-le frîu liber. Armatele, prin definiţie, sînt instrumente ale omorului organizat. Cine ne va apăra împotriva departamentelor apărării ?

1970

VIAŢA ÎMPOTRIVA MORŢII *

Scopul primordial al ştiinţei este să descopere adevărul, adevăruri noi. Căutarea este cu atît mai încununată de succes cu cît este îndreptată mai mult către descoperirea adevărului de dragul lui, indiferent de posibilitatea folosirii sau aplicării sale în practică. Cu toate acestea, adevărurile şi cunoştinţele noi ridică întotdeauna calitatea vieţii omului şi de cele mai multe ori găsesc o aplicare în practică. De regulă, cu cît este mai fundamental şi mai profund un adevăr nou, cu atît mai mari şi mai importante vor fi posibilităţile sale practice. De fapt, tot ceea ce avem, inclusiv viaţa însăşi, o datorăm ştiinţei, cercetării. Dacă ar fi să ni se ia tot ceea ce ne-a dat cercetarea, civilizaţia s-ar prăbuşi, iar noi am rămîne goi, căutînd din nou caverne.

Chiar şi adevărul pur, fără absolut nici o aplicaţie, ridică calitatea vieţii. Dintr-un anumit punct de vedere practic este cu totul lipsit de însemnătate dacă pămîntul se roteşte în jurul soarelui sau dacă soarele se roteşte în jurul pămîntului. Cu toate acestea, prin descoperirile lor, Galilei şi Copernic au ridicat existenţa umană la un nivel superior. Poate că într-o zi şi despre cosmonauţii noştri se va putea spune acelaşi lucru. Ştiinţa este orientată spre viaţă.

În opoziţie cu aceasta, armatele şi armamentele sînt orientate spre moarte. Armatele sînt instrumente ale măcelului uman organizat, indiferent dacă sînt folosite pentru apărare sau agresiune. Toate uneltele lor sînt unelte ale

* *Az élö-állapot, op. cit.*, p. 152—155. După *The Crazy Ape, op. cit.*

morții, fie că sînt arme de foc, bombe, napalm, tancuri, rachete, bombardiere sau gaze. Toate sînt instrumente de ucidere. Astfel, armata este centrată pe moarte, și o societate dominată de latura militară este o societate centrată pe moarte, așa cum a arătat George Wald [1] în faimoasa sa cuvîntare despre moratoriu.

Uneltele pot fi folosite atît pentru construcție cît și pentru distrugere, pentru a ridica nivelul vieții sau pentru a o nimici. Cu cît mai puternică este unealta, cu atît poate ridica mai mult nivelul vieții, dar cu atît mai mult poate ucide și distruge. Militarii au transformat realizările științei menite să îmbogățească viața în instrumente de distrugere a ei. Noi, biologii, am ajuns la o admirabilă cunoaștere a felului cum lucrează nervii noștri ; militarii au folosit cunoștințele noastre pentru a produce substanțe toxice neuro-paralitice. Am ajuns la o admirabilă cunoaștere a naturii bolilor, în special a bolilor infecțioase ; militarii au folosit aceste cunoștințe pentru a perfecționa instrumentele războiului bacteriologic. Am ajuns la o admirabilă cunoaștere a vieții plantelor ; în baza acestor cunoștințe, militarii au creat defoliante. Am descătușat energiile ascunse ale atomilor pentru a ridica nivelul vieții și a desființa munca anevoioasă ; în baza acestor cunoștințe, militarii au făcut bombe atomice și cu hidrogen, putînd nimici complet omenirea. Aceasta face din societatea centrată pe armată o societate centrată pe moarte, înaintînd spre pieire. Într-o zi putem să ne aflăm cu toții sfîrșitul, ca cele 6 300 de oi care au murit într-o dimineață în Skull Valley, statul Utah, după ce un avion militar care împrăștia substanțe toxice neuro-paralitice a comis o mică greșeală la calcularea vitezei vîntului și a altitudinii. Eroarea era atît de mică, încît armata a descoperit-o greu, după ce mai întîi și-a declinat orice răspundere. Ce se va întîmpla

[1] *George Wald* (n. 1906), biolog american, profesor la Universitatea Harvard, laureat al Premiului Nobel pentru fiziologie și medicină în 1967. — *Nota trad.*

însă în cazul unui accident grav sau în cazul unui război, în care armate adverse vor deschide în mod deliberat robinetele morții ori vor lansa rachetele lor încărcate cu otravă ?

În timp ce pentru o economie de 100 milioane de dolari în Statele Unite se aduce un prejudiciu ireparabil științei, concernele militare cheltuiesc anual 80 miliarde de dolari. Chiar cu o zi înainte de a scrie aceste rînduri, Congresul a votat un supliment de 20 miliarde de dolari pentru armată. 20 miliarde înseamnă de două sute de ori 100 milioane. Raportul dintre cheltuielile militare și acelea pentru progresul societății a fost frumos ilustrat nu de mult de revista *Times* din New York, pe două coloane alăturate în pagina întîi. Pe o coloană se relata despre o descoperire științifică minoră ; perfecționarea, în Germania, a unui vaccin împotriva pojarului, menit să salveze 30 000 de vieți pe an numai în această țară. Coloana alăturată înfățișa statistica săptămînală a celor căzuți în Vietnam ; ea dezvăluia că numărul infanteriștilor americani uciși atinsese 40 000. Este posibil ca descoperirea vaccinului pojarului să fi costat aproximativ o sută de mii dolari, în timp ce moartea celor 40 000 de infanteriști a costat o sută de miliarde.

Cînd am descoperit acidul ascorbic (vitamina C) m-am simțit mîndru că am adus un aport științific care în nici un fel nu putea contribui la omucidere. Mîndria mea însă a fost de scurtă durată. Într-o zi, în timp ce vizitam o fabrică, mi-au atras atenția niște recipiente voluminoase despre care mi s-a spus că conțineau preparate brute de acid ascorbic. Acestea erau instalate în submarinele germane, oferindu-le posibilitatea să stea pe mare luni de zile în misiunile lor aducătoare de moarte, fără ca echipajul să fie doborît de scorbut.

Noi reducem și tot reducem alocațiile pentru știință și cultură, pentru a mări bugetul nostru militar, deja umflat. Este greu de salvat o societate orientată spre moarte. Într-un război ato-

mic singurii norocoşi vor fi cei ce vor muri odată cu prima bubuitură.

Singura noastră speranţă este că o conspiraţie militară mondială sprijinită de guverne va ajunge la un punct mort, că popoarele din întreaga lume se vor ridica la revoluţie împotriva acestei conspiraţii şi-şi vor întinde braţele unele către celelalte. Trebuie să ne descotorosim de toate armatele, să le alungăm împreună cu toţi uliii care le sprijină, să-i gonim pe maniacii dispozitivelor distrugătoare, înainte de a porni la construirea unei vieţi mai bune, folosind minunatele unelte şi posibilităţi oferite de ştiinţa modernă.

1970

GERONTOCRAŢIA *

Konrad Lorenz, marele cercetător al comportamentului animalelor, a scos pui din cîteva ouă de gîscă în imediata apropiere a unui picior de scaun şi pentru restul vieţii lor bobocii respectivi au considerat scaunul drept mama lor. Cînd alţi boboci au fost puşi sub scaun la numai cîteva ore după ieşirea din ou, nu s-a produs nici o reacţie de acest fel. Sensul acestui experiment era de a arăta că lucrurile pot fi imprimate în creier numai la o vîrstă fragedă ; mai tîrziu, creierul se anchilozează şi nu mai este maleabil. La cîini această anchilozare se produce aproximativ în a şasea lună de viaţă. Dacă doreşti ca un cîine lup să te recunoască drept stăpîn, trebuie să-l dresezi înainte de a avea şase luni. Se pare că la om această anchilozare se produce în jurul celui de al patrulea deceniu de viaţă, după care creierul este din ce în ce mai incapabil să asimileze idei noi.

Max Planck, unul dintre cei mai mari oameni de ştiinţă din istoria omenirii, părintele cuantei, scria în autobiografia sa că este imposibil să convingi pe oameni de orice lucru nou. Tot ce se poate face este să li se dea timp să moară. Atunci tînăra generaţie va îmbrăţişa noile adevăruri.

Iubita mea mamă era o agnostică luminată care zîmbea uşor cînd oamenii vorbeau despre religie ; dar dacă vreunul din fiii săi se afla la strîmtoare, alerga la biserică pentru a-l mitui cu o monedă pe Sf. Petru ca să intervină pentru ea. Impresiile din frageda ei copilărie nu pu-

* *Ibidem*, p. 156—159.

teau fi șterse ; impresiile de mai tîrziu nu constituiau decît un strat subțire, care se cojea cu ușurință.

Am făcut eu însumi această experiență. Eram în al patrulea deceniu de viață cînd am început să lucrez în domeniul mecanicii cuantice, încercînd să înțeleg atomul. Era prea tîrziu. Puteam aduna idei în creierul meu, dar ele nu mai aveau să-mi intre niciodată în sînge. Am descoperit că era mai bine să evit discuțiile despre fizica atomică cu studenții. Ei aveau atomul atît în sînge, cît și în creier.

Deși știința modernă a apărut la începutul veacului nostru, ea a devenit sîngele vital al epocii noastre numai în al cincilea deceniu, după Hiroșima. Oamenii care au intrat în al patrulea deceniu al vieții lor înainte de Hiroșima nu vor putea înțelege niciodată ce înseamnă energia atomică. Ei pot învăța despre ea și chiar pot cunoaște pe dinafară raza în care bombele de diferite mega-tonaje vor distruge viața, dar ideea energiei atomice nu le va intra niciodată în sînge. Cunoștințele lor nu devin parte a ființei lor, ele nu sînt decît cunoștințe livrești. Situația este cu totul diferită în cazul copiilor, care în cursul creșterii au de trecut zilnic prin adăpostul antiaerian pentru a intra în sălile de clasă. Pentru ei noțiunea de „adăpost antiaerian" este legată de ideea că într-o zi ar putea fi mînați acolo, iar la ieșire să descopere că lumea lor a dispărut. Sînt sigur că mulți dintre actualii noștri conducători politici cunosc multe date despre bombele cu hidrogen, dar sîngele lor continuă să curgă în ritmul lumii vechi, al ideilor și percepțiilor lumii vechi. Bomba atomică sau cu hidrogen rămîne pentru ei doar o bombă mai mare și mai eficientă.

Lumea noastră actuală este o gerontocrație dominată de oameni ale căror creiere s-au anchilozat înainte de epoca atomică. Ei fac lucruri care poate că era corect să fie făcute înainte de această epocă, dar care nu se mai potrivesc cîtuși de puțin cu noua ordine a lucrurilor.

Am urmărit cu atenţie pe ecranul televizorului meu convenţiile din 1968 ale partidelor democrat şi republican. M-au frapat trei lucruri. În primul rînd nu am văzut tineri. Astăzi cincizeci şi cinci la sută din populaţia lumii, deci majoritatea, sînt sub 30 de ani. În America de Sud 50 la sută sînt sub 21. La aceste convenţii nu am văzut pe nimeni sub 30 de ani şi aproape pe nimeni sub 40. În mod vădit, majoritatea nu era reprezentată şi este evident exclusă din viaţa noastră politică de toate zilele. Într-adevăr, cetăţenii sub 21 de ani nu au nici măcar drept de vot.

Sîntem o gerontocraţie. Gerontocraţia este un sistem bun atunci cînd schimbările se produc lent şi cînd problema principală o reprezintă păstrarea valorilor, însă ea devine foarte periculoasă în perioade de schimbare rapidă, ca perioada actuală, cînd existenţa omului depinde de abilitatea sa de a se adapta şi de a crea o lume nouă. Pe cînd eram elev, în timpul orelor de clasă plictisitoare, de multe ori mă distram făcînd să se întîlnească, în capul meu, figurile conducătoare din diferite epoci. Pe atunci am descoperit că Iulius Caesar şi Napoleon s-ar înţelege perfect şi ar discuta fără nici o greutate toate problemele lor politice şi militare. Timp de două milenii, istoria a stagnat. Pentru epoca noastră însă, amîndoi ar fi cu desăvîrşire străini.

A doua chestiune pe care am remarcat-o în legătură cu cele două convenţii naţionale din vara anului 1968 era că nu s-a discutat nimic cu privire la principiile de guvernare sau vreo altă mare problemă a zilelor noastre. Se vorbea pur şi simplu despre cine va fi la putere şi cine nu. Partidele noastre politice, create pentru a stabili şi susţine principiile de guvernare, nu mai erau nimic altceva decît instrumente ale unor ambiţii personale. În felul acesta nu mă surprinde că în probleme vitale ale omenirii, ca rachetele antirachetă, care au adăugat o nouă curbă la spirala înarmării, se decide printr-o tactică meschină

de geambaş ; vînzînd preşedintelui voturi pentru favoruri şi avantaje ; promiţînd voturi în schimbul demiterii dintr-un post guvernamental a unui om capabil ; negociind voturile pentru o amînare a desegregării şcolilor din Sud. *Parva sapientia regitur mundus :* lumea este condusă de minţi de mîna a doua.

Al treilea lucru pe care l-am remarcat era că nici o femeie nu participa la convenţii. Unde *erau* femeile ? Femeile au mai mult bun simţ decît bărbaţii şi voturile lor sînt la fel de bune ca ale bărbaţilor. Mai mult, ele sînt cele care produc carnea de tun. De ce nu se strîng femeile noastre, dornice de „eliberare", şi nu întreprind ceva cu privire la toţi uliii care le trimit băieţii la moarte ? Războiul din Vietnam a pretins deja peste 40 000 de vieţi tinere (nemaipunînd la socoteală pe vietnamezi) şi un sfert de milion de răniţi şi mutilaţi. Fiecare are o mamă, astfel că aceste cifre înseamnă un număr egal de părinţi, iubite sau soţii frustrate şi copii care trebuie să crească fără taţi.

Se pare că gerontocraţia caută viitorul în trecut.

1970

NECESITATEA SEXUALĂ *

Necesitatea sexuală şi foamea sînt cele mai puternice pofte ale omului şi de aceea trezesc în el cele mai puternice simţuri. Foamea a dus de multe ori la război şi revoluţie, pe cînd necesitatea sexuală nu. Ea nu are nici o importanţă politică, ci numai una ecologică. Totuşi este cea mai puternică forţă motrice a vieţii, fără care, desigur, viaţa ar înceta.

În materie de sex diferenţa dintre sublim şi vulgar este abia perceptibilă. Religiile creştine nu au putut găsi niciodată o atitudine consecventă în această privinţă, considerînd viaţa sexuală un păcat înainte de căsătorie şi consfinţind-o după. Exista sentimentul nelămurit, general răspîndit, că tot ce este legat de viaţa sexuală extraconjugală este un păcat — iată moştenirea pe care ne-a lăsat-o religia. Astăzi, tineretul nostru pare că s-a eliberat în sfîrşit de această moştenire potrivnică naturii, şi poate că, drept rezultat, lumea va avea în curînd o atitudine mai raţională faţă de viaţa sexuală.

La vîrsta de 76 de ani nu mă consider competent să vorbesc despre viaţa sexuală de azi sau să mă erijez în autoritate în această problemă. În schimb pot să vă vorbesc despre moralitatea sexuală de pe timpul cînd eram tînăr. Pe atunci ideile privind sexualitatea erau teribil de confuze. Relaţiile sexuale extraconjugale reprezentau un păcat. Castitatea era o virtute. Dar dacă impulsul devenea prea puternic, bărbaţii nu aveau de ales decît bordelul, instituţie socială acceptată. În clasa socială de care aparţineam nu

* *Ibidem*, p. 160—162.

era permis să vorbeşti cu o fată „cuminte", nici chiar în casa părinţilor ei, decît în prezenţa unei însoţitoare, de obicei o doamnă mai în vîrstă. Fetele erau considerate cu atît mai atrăgătoare, cu cît ştiau mai puţin despre viaţa sexuală.

Toate aceste moravuri aveau pretenţia moralităţii şi pricinuiau nesfîrşite suferinţe, creau dezechilibre mentale şi aberaţii psihopatice.

Apoi a apărut penicilina şi „pilula" şi întregul cod moral privind viaţa sexuală a început să se volatilizeze. Se pare că teama de sarcină şi de boli venerice se afla la baza vechii noastre moralităţi, ca şi ideea că morala este doar o lege nescrisă care face posibilă existenţa socială. O societate grevată de boli venerice şi copii nelegitimi nu ar fi avut nici o stabilitate. Cu toate acestea, schimbarea subită intervenită în deprinderile noastre sexuale arată cît de superficiale sînt unele din convingerile noastre morale. Ea mai arată că istoria nu mai este făurită în capitalele lumii, ci în laboratoarele în care au fost descoperite asemenea lucruri ca pilula şi penicilina. Eliberarea omului de penibilele sale restricţii sexuale constituie unul din principalele puncte de cotitură în istoria vieţii umane.

După părerea mea, cea mai minunată realizare a tineretului nostru — semn al marelui său curaj moral — a fost capacitatea sa de a restitui celui mai puternic sentiment uman, atracţia sexuală, puritatea şi demnitatea. Acestea au făcut viaţa omului cu mult mai bogată şi mai curată şi m-au făcut să doresc să mă fi născut cu cincizeci sau şaizeci de ani mai tîrziu.

Ar fi interesant să trecem în revistă întreaga gamă a convingerilor noastre morale, pentru a vedea dacă ele au aceeaşi bază îngustă cum aveau convingerile noastre privind moravurile sexuale şi dacă nu pot fi înlocuite cu ceva mai bun, mai curat şi mai bogat. Dacă există vreo speranţă pentru lume, ea rezidă în aspiraţiile şi capacităţile tineretului nostru. Dacă tineretul nostru a fost capabil să creeze un nou cod sexual, mai sănătos, dacă a fost capabil să respingă

prefăcătoria tradiţională şi înveterată, ipocrizia în probleme sexuale în favoarea sincerităţii, onestităţii şi demnităţii, nu există motive pentru care nu ar putea crea o nouă moralitate şi în alte domenii — domenii de care depinde însăşi existenţa noastră. Tinerii încearcă — încearcă să înlocuiască războiul cu pacea. Dacă ar fi să mă rog, m-aş ruga să reuşească, să nu renunţe niciodată, în pofida pedepselor la care sînt expuşi.

1970

PRĂPASTIA DINTRE GENERAŢII *

Este una din cele mai importante probleme ale timpurilor noastre. Şi este şi foarte complexă. Complexitatea sa derivă din interacţiunea a diverşi factori independenţi, politici şi biologici, pe care va trebui să-i analizăm separat.

Prăpastia dintre generaţii constituie un aspect al turbulenţei generale a epocii noastre, ea stînd la temelia comună a tuturor frămîntărilor noastre — apariţia ştiinţei moderne. Pînă acum cîţiva ani, schimbarea în perspectiva omului era foarte lentă. Istoria avea o continuitate lină şi întotdeauna exista suficient timp pentru adaptare. Situaţia s-a schimbat într-o oarecare măsură odată cu apariţia ştiinţei clasice care, după o perioadă latentă de cîteva secole, a dus la revoluţia industrială din secolul al XIX-lea, producînd răsturnări şi schimbări serioase în viaţa omului. Ştiinţa modernă a apărut la începutul acestui veac şi a necesitat numai o jumătate de secol pentru a începe să schimbe viaţa omului într-un ritm din ce în ce mai rapid. Această situaţie a fost transformată într-o dramă de cel de-al doilea război mondial, care a ţinut în loc progresul timp de mai mulţi ani, dar tot el a declanşat rapidele schimbări postbelice, în virtutea faptului că a introdus dintr-o lovitură ştiinţa modernă în viaţa noastră. Era literalmente o „lovitură", întrucît explozia la Hiroşima a primei bombe atomice a adus la cunoştinţa omului că viaţa nu va mai

* *The Crazy Ape, op. cit.*, p. 61—66.

fi niciodată ca înainte. Acest eveniment fatidic estompa deja deosebirile care aveau să survină mai tîrziu între viziunea militară și cea științifică asupra posibilităților științei moderne. Majoritatea savanților care au lucrat la realizarea bombei au cerut ca ea să nu fie folosită înainte de epuizarea tuturor celorlalte posibilități. Ei au insistat ca, înainte de a o folosi împotriva Japoniei, să se facă guvernului acestei țări o demonstrație cu privire la forța ei. A prevalat însă punctul de vedere militar, astfel că a fost lansată prima bombă, care a ucis 100 000 de oameni și a declanșat cursa înarmărilor nucleare ; de atunci, aceasta a consumat majoritatea roadelor muncii omului și a dus omenirea în pragul dispariției. Lumea postbelică este evident diferită de cea antebelică și oamenii care au devenit adulți înainte de război niciodată nu i-au putut înțelege pe cei ce au devenit adulți după război. Al doilea război mondial reprezintă o discontinuitate în istoria și tradiția umană. Aceasta stă la baza prăpastiei dintre generații.

Diverși factori biologici lărgesc și mai mult prăpastia. Cel mai important este procesul de anchilozare a creierului, la care m-am referit. Practic, toți oamenii care dețin puterea și conduc politica în S.U.A. au peste 40 de ani, oameni dinainte de război, cu lumea veche și valorile sale anchilozate în mințile lor. Ei au fost cu toții martori ai perioadei München, unde i s-a dat cale liberă lui Hitler, și încearcă să facă acum ceea ce ar fi trebuit să facă atunci. Ei încearcă să conducă lumea de azi potrivit normelor și experiențelor unei lumi care nu mai există.

Un alt factor biologic care contribuie la adîncirea prăpastiei este faptul că, în cursul dezvoltării sale individuale, omul trebuie să parcurgă diferite stadii. Un copil nou-născut este un individ cu totul diferit de un adult. Are nevoi și drepturi specifice și acestea sînt diferite de acelea ale persoanelor din alte grupuri de vîrstă.

Același lucru este valabil și pentru celelalte grupuri de vîrstă — toate diferă între ele ; au psihologii diferite, nevoi și cerințe diferite. Copilul este copil, un tînăr sau o tînără este un tînăr sau o tînără, un adult este un adult și un bătrîn este un bătrîn. În mod corespunzător, toți aceștia au caracteristici care îi separă pe unul de celălalt.

Una din cele mai puternice trăsături ale omului este înclinația sa spre dominație. Cel mai puternic îl domină pe cel mai slab. Mult timp bărbații au dominat femeile, iar adulții pe copii. „Copiii trebuie priviți, nu ascultați" spunea o deviză educațională din epoca victoriană. Tinerii de azi au distrus aceste limitări și își cer drepturile.

Copiii noștri se nasc cu „mintea curată și goală". Ceea ce învață de la lume pe măsură ce cresc este net diferit de ceea ce învățau copiii înainte de război. Adulții de azi privesc lumea prin prisma valorilor antebelice și preștiințifice. Părerea lor este că lumea nu are nevoie decît de puțină cîrpăceală pentru a merge înainte. Rezultatul este că ne afundăm din ce în ce mai mult într-un impas. Revoluția științifică modernă a făcut ca toate instituțiile omenești să îmbătrînească din ce în ce mai repede ; drept consecință, trăim într-o lume ipocrită, unde totul servește alt scop decît cel pe care pretinde a-l servi. Tineretul nostru respinge în întregime acest anacronism. Căci ce văd tinerii noștri ? Pentru a intra în sălile de clasă, ei trebuie să treacă prin adăpostul antiaerian de la școală, experiență ce le ține trează în minte ideea că într-o bună zi întreaga lor lume ar putea fi ștearsă de pe fața pămîntului. Ei ajung la concluzia că străduința lor nu are nici o valoare și că singurul lucru înțelept ce le rămîne de făcut este să se bucure de prezent, de corpul lor în creștere, de ceea ce mai poate oferi viața atîta timp cît mai durează. Ei văd roadele muncii transformate în monstruoase instrumente ale

morții, care pot distruge întreaga viață. Ei văd „energiile și resursele națiunilor abătute în direcția unor căi tot mai vaste de distrugere și depreciere a vieții umane", ei văd „oameni preocupați de satisfacții lipsite de sens și îmbuibați", ei văd „conceptele frăției între oameni și ale dreptății sociale considerate drept idealuri însuflețitoare, dar sînt încredințați că propriile lor eforturi de a acționa în numele acestor concepte (îi) vor pune în conflict cu aceeași societate", ei văd „o lume nesănătos îmbîcsită de poluare... bunul nostru pămînt acoperit de smoală și ciment, fluviile și lacurile otrăvite de detergenți și excesele de chimicale, oxigenul din aer epuizat. (Ei știu) că astronauții noștri au fost în stare să cutreiere cerul pentru că nu s-au pus limite ingeniozității umane, mijloacelor tehnologice și fondurilor, dar sînt nemulțumiți cînd li se spune că viața pe pămînt nu poate fi făcută ceva mai puțin infernală" [1].

Li se pare că totul e minciună. Marile partide politice năzuiesc din răsputeri spre profit și putere, militarii spre dominație, îngrășîndu-se din trupurile lor tinere. Ei văd că bisericile propovăduiesc iubirea, dar nu-și ridică glasul împotriva măcelăririi unui popor subdezvoltat ; de asemenea, ei văd că bisericile îndeamnă lumea la suprapopulare de dragul imperialismului religios, că se împotrivesc planificării familiale, că refuză copiilor dreptul de a fi primiți în această lume atunci cînd sînt doriți și întîmpinați cu dragoste și atenție. Ei văd că religiile sînt întotdeauna de partea puterii. Ei văd de asemenea că în timp ce jumătate din copiii lumii se culcă flămînzi, fără hrana de care au nevoie pentru a-și clădi minți și trupuri sănătoase, cheltuim sute de miliarde pentru a înălța tot mai sus mormanele noastre de bombe nucleare și rachete. Ei văd că majoritatea conducătorilor lor politici nu sînt cu adevărat interesați decît de realegerea sau de menținerea

[1] Citat din *Norman Cousins*, în *The Saturday Review*, 8 noiembrie 1969.

lor la putere, îndopînd oamenii cu argumente care ar trebui să fie respinse de logica cea mai simplă, contrazicînd măreţele idealuri pe care au fost clădite S.U.A.

Singurul lucru pe care-l poate face tineretul în această situaţie este să respingă în întregime valorile lumii vechi. Şi totuşi, ce senzaţie de frustrare încearcă ei probabil atunci cînd văd că eforturile lor de a îmbunătăţi lucrurile sînt repede torpilate de populaţia adultă, mulţumită să vadă că lumea continuă echilibristica sa schizofrenică — în definitiv adulţii de azi de peste 40 de ani nu vor mai fi probabil de faţă cînd prăpădul creat de ei va covîrşi în cele din urmă tineretul de azi.

Doresc ca tineretul nostru să fie mai conştient de puterea sa întrucît, fie că ştie sau nu, dispune de multă forţă. Tineretul nostru trebuie să cîştige bătălia în care s-a angajat deoarece cei bătrîni vor muri şi tinerii trebuie să le ia locul. Doresc ca tineretul să înceapă să se pregătească pentru a construi chiar de pe acum o lume mai bună. Doresc ca reprezentanţii tineretului din diferite ţări să se întîlnească şi să plăsmuiască structura lumii pe care doresc să o construiască. Viitorul le aparţine, dar ei trebuie să înceapă a-l clădi chiar de pe acum, pregătindu-se în acest scop. Ei trebuie să se pregătească nu numai făcînd proiecte de viitor, dar şi trecînd imediat la acţiune, alungînd din guvernele lor pe negustorii de moarte şi distrugere. Ei pot s-o facă.

Cel mai important este să fie pornită acţiunea fără întîrziere, deoarece există pericolul ca actualii conducători, simţind cum le slăbeşte autoritatea, să încerce să-şi întărească puterea printr-un nou război mondial sau mizînd pe fascism. Se ştie că, atunci cînd a recunoscut iminenţa înfrîngerii sale, Hitler a plănuit distrugerea întregii naţiuni germane, ceea ce pare a fi reacţia normală a unui nebun. Oare actualii noştri conducători sînt mai puţin nebuni ?

S-au depus eforturi pentru a arunca o punte

deasupra prăpastiei dintre generații. Acest lucru poate reuși într-o oarecare măsură, iar conflictul deschis poate fi evitat ; dar prăpastia nu poate fi astupată. Ea nu trebuie astupată. Această prăpastie este singura speranță a omenirii în ceea ce privește viitorul. Lumea actuală se află pe un făgaș care o duce spre ziua judecății de apoi. Pentru a supraviețui, trebuie să facem o mare cotitură, dar pînă acum nu am fost capabili să o facem și făgașul este prea adînc și îngust. Trebuie făcut un nou început, dar numai tineretul nostru poate să-l facă. Tranziția poate fi ușurată dîndu-se tineretului mai multe drepturi, căci această lume este și lumea lui. Actuala situație nu este lipsită de ridicol. Această țară și-a început istoria strigînd „nici un impozit fără reprezentare". Cel mai mare impozit pe care-l poate plăti cineva este să-și dea viața. Or tinerii noștri între 18 și 21 de ani pot fi duși prin forța legii într-o îndepărtată țară din Asia spre a muri pentru un stat polițienesc corupt și autocratic, fără a avea un cuvînt de spus în această privință. Oamenii în vîrstă fac paradă de tinerețe și vigoare prin severitatea lor în comisiile de recrutare, iar judecătorii bătrîni, pentru a-și manifesta patriotismul și bărbăția, pronunță sentințe grele împotriva tinerilor care opun rezistență acestei demențe. Peste patruzeci de mii de flăcăi de-ai noștri au fost uciși și un sfert de milion au fost mutilați și răniți, în timp ce alte mii se află în exil sau lîncezesc în închisori deoarece au refuzat să participe la ceva ce este general recunoscut drept o greșeală dezastruoasă, greșeală pe care o considerabilă parte a lumii o privește ca pe una din principalele crime politice ale istoriei.

Azi, mulți dintre tinerii noștri sînt constrînși să-și dea viața pentru greșeli comise de cei vîrstnici, totuși lor le este interzis să obțină o băutură într-un local public sau să voteze conducătorii care îi trimit la moarte. De asemenea, sînt stabilite pedepse grele pentru drogurile

relativ inofensive pe care le consumă tineretul nostru, în timp ce drogurile mai periculoase pe care le consumă bătrînii, ca alcoolul și tutunul, au liberă circulație. Desigur, majoritatea drogurilor pe care le consumă tinerii noștri au efecte nocive — unele din efectele sociale ale marijuanei nu sînt de dorit. Există însă un singur remediu eficient împotriva folosirii drogurilor : o lume în care să se poată trăi, restabilirea încrederii în viață — în demnitatea și valoarea ei, în longevitate. Raidurile poliției și condamnările la închisoare nu constituie soluția.

1970

ŞTIINŢA ŞI SOCIETATEA *

După cum am arătat la începutul acestui volum, calitatea şi nivelul vieţii umane depind de raportul omului cu natura ; de măsura în care înţelege el natura şi poate utiliza forţele ei în folosul său. În epocile anterioare, acest raport depindea de experienţa individuală. În epoca noastră, el este reprezentat de ştiinţă care, datorită sofisticării şi complexităţii sale, nu mai constituie un bun comun al oamenilor, ci aparţine specialiştilor în ştiinţe. Oamenii de ştiinţă au devenit în mare măsură factorii determinanţi ai calităţii vieţii în societate. În prezent istoria se făureşte mai mult în laboratoare decît în capitalele ţărilor. Ultimul război mondial nu a fost cîştigat de armatele noastre, ci de oamenii noştri de ştiinţă. Unul din motivele pentru care Hitler nu a cîştigat războiul a fost faptul că nu avea încredere în ştiinţă. El dispunea de toate mijloacele necesare pentru a realiza bomba atomică înaintea americanilor, ceea ce desigur i-ar fi asigurat supremaţia mondială. Dacă Napoleon i-ar fi dat ascultare lui James Watt, ar fi putut cuceri Anglia. Din fericire, tigrii nu au aripi.

Cu toate acestea, este de înţeles supărarea contribuabililor şi congresmenilor cînd sînt obligaţi să dea bani pe ceva ce nu înţeleg, pe ceva ce unui profan poate să i se pară a nu fi altceva decît alergătura de colo-colo a unui mănunchi de oameni în halate albe. Este important să înţelegem ce este ştiinţa şi cum funcţionează.

Acum cîtva timp am citit un articol de Warren Weaver care a numărat motoarele electrice din casa lui şi a găsit 12, dacă ţin minte cifra exactă.

* *Ibidem*, p. 69—73.

Ce aiureală, m-am gîndit ! De ce avem nevoie de motoare electrice în casă ? Apoi m-am apucat să le număr pe cele din casa mea şi am găsit 16. Fără ele gospodăria mea şi calitatea vieţii mele cotidiene s-ar duce de rîpă. Aceasta m-a făcut să-mi dau seama cît de mult depinde viaţa noastră de toate zilele de ştiinţă, cît de îndatoraţi sîntem ştiinţei pentru tot ce avem.

Noi auzim şi vorbim mult despre ştiinţa organizată şi dirijată, dar în trecut progresul ştiinţific s-a datorat în cea mai mare parte unor indivizi solitari, fascinaţi de probleme cărora li s-au consacrat trup şi suflet. Cînd Newton a fost întrebat cum a făcut descoperirile sale, a răspuns : „Gîndindu-mă încontinuu la ele". Aşa ceva nu poate fi făcut la comandă. Nu poate fi făcut nici pentru cîştig, pentru că problemele fundamentale şi soluţiile lor de obicei nu sînt imediat puse în aplicare. După un timp, majoritatea descoperirilor fundamentale îşi găsesc totuşi aplicarea, contribuind astfel la ameliorarea vieţii. Decalajul poate dura ani sau decenii. Totuşi, pe măsură ce timpul trece, el tinde să se scurteze. Întreaga industrie şi tehnologie pe care este clădită civilizaţia noastră îşi au originea în cercetarea fundamentală. Chiar şi motorul cu abur se bazează pe o asemenea cercetare (ciclul Carnot al termodinamicii, descoperit în 1824 ; acest ciclu stă şi la baza perfecţionării motorului Diesel). Un timp şi motorul electric a făcut parte din categoria jucăriilor ştiinţifice inutile. Se spune că atunci cînd primul ministru britanic Gladstone l-a întrebat pe Faraday la ce foloseşte, singurul răspuns pe care l-a putut încropi a fost că „într-o bună zi ar putea fi impozabil".

Prietenii lui Newton erau de multe ori preocupaţi de starea sa mintală văzîndu-l cum şedea toată ziua nemişcat pe o bancă din Trinity Court, Cambridge ; firește, contribuabilii s-ar fi indignat probabil dacă li s-ar fi cerut să sprijine un asemenea „pierde-vară". Decalajul dintre descoperire şi aplicare face ca cercetarea

fundamentală să pară pe de-a-ntregul inutilă. Astfel, cercetarea constituie în prezent calul de bătaie al congresmenilor, care caută să taie alocaţiile bugetare pentru ştiinţă cu scopul de a-şi dovedi grija faţă de dolarul contribuabilului. Dacă întreaga noastră industrie (inclusiv cea de apărare) se bazează pe cercetarea fundamentală să zicem de acum zece ani, am putea înceta cu totul continuarea oricărei cercetări fundamentale, fără a resimţi vreo pagubă directă astăzi ; dar peste zece ani toată industria, inclusiv cea de apărare, s-ar nărui. Prejudiciul ar deveni evident numai după ce va fi devenit ireparabil.

Acolo unde este implicată creativitatea, experienţa în afaceri nu-şi găseşte locul. Oamenii de afaceri pot argumenta pe baza eficienţei dacă o femeie dă naştere unui copil în nouă luni, nouă femei ar trebui să fie în stare să-i dea naştere într-o singură lună. Acolo unde este vorba de creativitate, argumentele din lumea afacerilor nu funcţionează. În mod paradoxal, cercetarea fundamentală este cu atît mai folositoare, cu cît uită mai mult de aplicaţiile practice. Ori de cîte ori vin la mine tineri spunîndu-mi că doresc să intre în cercetare pentru că doresc să ajute la reducerea suferinţei umane, îi sfătuiesc să se orienteze mai degrabă spre filantropie. Cercetarea cere oameni egocentrici, fascinaţi de probleme „inutile" şi dornici să sacrifice totul, inclusiv viaţa lor, pentru o soluţie.

Desigur aceasta nu înseamnă că ştiinţa nu poate sau nu trebuie să fie aplicată la problemele practice ale zilelor noastre, dar trebuie să facem distincţie între cercetarea fundamentală şi cea aplicată şi să le dăm amîndurora locul cuvenit.

Raportul dintre cercetarea fundamentală şi societate este adumbrit de faptul că, adesea, multe descoperiri ştiinţifice îşi exercită influenţa asupra societăţii pe căi foarte întortocheate. Newton a pus bazele cunoştinţelor noastre despre lumină ; apoi au venit Huygens, Maxwell, Hertz şi mulţi alţii, care au elaborat

ideea undelor electromagnetice. Drept rezultat, avem televizoarele în culori din locuinţele noastre. Acesta este rezultatul tehnologic. Dar care este efectul acestei descoperiri asupra omului ? Chiar şi un om mai sărac poate avea un televizor, poate viziona emisiunile şi poate vedea cît de bogată şi de interesantă e în stare să fie viaţa ; în felul acesta însă îi va veni greu să înţeleagă de ce trebuie să trăiască în murdărie şi mizerie, dacă viaţa nu este o vale a plîngerii, cum i-au spus secole de-a rîndul cei bogaţi şi puternici. Astfel, este posibil ca munca fundamentală în domeniul teoriei luminii să ducă în cele din urmă la una din cele mai mari revoluţii — revoluţia aşteptărilor — care ar putea transforma într-o bună zi aspectul vieţii umane.

Tot ce avem azi, inclusiv viaţa noastră, datorăm în ultimă instanţă cercetării ştiinţifice fundamentale. Dacă am fi lipsiţi de roadele acestei cercetări, civilizaţia s-ar nărui şi noi ne-am reîntoarce la epoca de piatră. Aselenizarea a fost o realizare tehnologică ; puţini au idee ce imens volum de cercetare fundamentală a trebuit investit pentru a o face posibilă.

Cercetarea fundamentală poate să pară foarte costisitoare. Sînt om de ştiinţă bine plătit. Salariul meu pe oră este egal cu acela al unui instalator, dar cîteodată cercetarea mea rămîne săptămîni, luni sau ani de zile fără rezultate şi atunci conştiinţa începe să mă sîcîie că risipesc banii contribuabililor. Totuşi, trecînd în revistă opera vieţii mele, gîndesc că banii nu au fost prăpădiţi. Cercetarea fundamentală, căreia îi datorăm totul, este relativ foarte ieftină în comparaţie cu alte cheltuieli ale unei societăţi moderne. Într-o zi am făcut un calcul rudimentar, care m-a dus la următoarea concluzie dacă ar fi să adunăm toţi banii cheltuiţi în general de oameni pe cercetarea fundamentală, am vedea că suma este aproximativ egală cu cea cheltuită anul trecut de Pentagon.

Aceste raporturi sînt şi mai clare în cercetarea biomedicală. Celula este un mic meca-

nism admirabil de complex și precis, iar boala nu este altceva decît o dereglare a acestui mecanism. Scopul medicinei este de a preveni sau remedia asemenea dereglări. Este imposibil să repari o mașină fără să știi cum funcționează. În biologie cercetarea fundamentală are ca scop înțelegerea mecanismului celular. Nici cancerul nu este altceva decît o tulburare a acestui mecanism de bază. Pentru oricine șansa de a muri de cancer este de unu la trei. Cancerul mi-a răpit cele două ființe pe care le iubeam cel mai mult. Întîmplarea face să scriu aceste rînduri la o zi după ce, în cadrul programului de știri, televiziunea anunța că guvernul a tăiat cinci milioane de dolari din suma alocată pentru cercetarea cancerului, reducînd mult rapiditatea cu care se putea rezolva această problemă teribilă. În cadrul aceluiași program, crainicul a anunțat că în Camera reprezentanților au fost votate 20 miliarde de dolari alocații suplimentare pentru armată, în special pentru racheta antirachetă. M-am întrebat dacă Congresul știe că 20 de miliarde fac de patru mii de ori cinci milioane ? Că la fiecare două minute numai în Statele Unite moare cîte o persoană de cancer, majoritatea lor după ce au îndurat o teribilă agonie ? Că fiecare femeie care citește această carte are șansa de unu la trei de a i se tăia un sîn prin operație care, cu cea mai mare probabilitate, nu o va salva mai tîrziu de agonie și moarte ? Pînă și congresmenii și senatorii au o șansă de unu la trei de a muri de cancer, oricît de puternici s-ar simți în actualele lor poziții înalte. Cancerul este o problemă ce poate fi rezolvată și, chiar dacă am da uitării toate aspectele umanitare, această reducere bugetară la cercetarea cancerului nu este decît o pseudo-economie, căci tratamentul bolnavilor de cancer costă miliarde de dolari, pe cînd reducerea de cinci milioane putea fi ușor recuperată chiar printr-un mic progres în cercetarea cancerului.

1970

NATURA OMULUI ȘI NATURA RĂZBOIULUI *

Ni se spune că omul este un animal feroce, setos de sînge, iar războaiele constituie consecințele firești ale naturii sale. Acest lucru îl auzim într-una. Este o chestiune crucială. Dacă lucrul acesta este adevărat, atunci trebuie să ne resemnăm la ideea războiului și a dispariției. Potrivit istoricilor, din cei cinci mii de ani ai istoriei noastre, numai trei sute au trecut fără război. Unele din războaiele noastre au durat treizeci de ani și au dus la depopularea unor întregi continente. Nu înseamnă asta că sîntem niște ucigași setoși de sînge ?

Dacă nu sîntem niște ucigași setoși de sînge, înseamnă că se depun toate eforturile ca să devenim, pentru ca *establishment*-ul să ne poată folosi, să ne împingă la luptă și la moarte pentru planurile sau interesele sale.

Dintotdeauna sistemele educaționale au fost instrumente ale *establishment*-ului fiind folosite pentru a ne transforma în uneltele acestuia. Una din metodele folosite în acest scop este să-i faci pe oameni tobă de carte, în loc să le dezvolți gîndirea critică. Îmi amintesc de tablourile de pe pereții clasei la școala primară, imagini ce se infiltrau în mod inconștient în mintea copiilor. Toate tablourile înfățișau bătălii în care întotdeauna galopam spre victorie peste leșurile dușmanului. Impresia falsă că în război numai dușmanul este ucis este coroborată de viață, întrucît numai supraviețuitorii se întorc acasă cu poveștile lor romantice. Dacă numai o singură dată ar putea veni acasă cei ce au

* *What Next ?* Philosophical Library, New York, 1971, p. 23—29.

murit într-un mod dezonorant, în murdărie, istoria ar lua un curs diferit. Istoria pe care am învățat-o la școală era glorificarea uciderii în masă, gloria fiind proporțională cu numărul oamenilor uciși sau al cetăților distruse. Timp de doisprezece ani am fost învățat că a muri pentru rege este culmea gloriei. Mai tîrziu am aflat că „regele" nu era decît o bandă de militariști conduși de contele Berchtold, ministrul de război, care, cu ajutorul unor documente falsificate, l-a forțat pe bătrînul nostru împărat Franz Joseph să semneze declarația de război.

Întrucît timp de cinci ani de zile am fost sub arme în primul război mondial, îmi aduc bine aminte de această perioadă. Nu exista nici un entuziasm, nici o bucurie de a porni la omor, în ciuda tuturor băuturilor care li se dădeau soldaților, în ciuda fanfarelor și steagurilor fluturate. Eram triști și înfricoșați și, dacă priveam în jurul meu, nu vedeam nici un animal setos de sînge, nu vedeam decît fărpturi omenești. Omul este o maimuță antropoidă, iar maimuța este un animal sperios. Sîntem niște maimuțe speriòase, iar nu niște ucigași setoși de sînge. Toate animalele atacă dacă sînt încolțite, chiar și cele mai blînde, cum este cerbul. Trucul folosit de armată pentru a ne transforma în ucigași constă din a ne trece mai întîi printr-o instrucție, spre a ne distruge personalitatea, apoi a ne pune prin înșelătorie într-o situație în care nu avem de ales decît între a ucide și a fi ucis, a împușca pe altul sau a fi împușcat. Este o metodă încununată de succes, cîteodată chiar exagerat.

Imediat după casa părintească și școală, guvernul este cel mai puternic educator, formînd oamenii potrivit nevoilor sale. El are liber acces la mijloacele de informare în masă. După Chet Huntley, fost crainic la postul NBC, guvernul este un talmeș-balmeș de agenții ce-și urmăresc propriul lor interes. Complexul militar-industrial este de departe cel mai puternic dintre ele, fiind contopit mai mult sau mai puțin cu

Administrația. Autoritățile au nevoie de ucigași pentru Vietnam, în consecință ele depreciază valorile culturale și umane, făcîndu-ne să uităm adevăratele noastre priorități, brutalizînd și dezumanizînd, pentru a călări, spre următoarele alegeri, pe coama valului pe care l-au stîrnit împotriva tinerilor și intelectualilor.

Concluzia mea este că războaiele nu sînt o consecință necesară a naturii umane, ci rezultatul mașinațiilor unor indivizi și ale bandelor lor, care urmăresc propria lor glorie sau propriul lor interes. Aceasta duce la importanta concluzie că războiul poate fi prevenit pur și simplu refuzînd orice sprijin mecanismelor provocatoare de război și grupurilor politice sau oamenilor rapaci.

Se pune întrebarea : dacă omul dorește într-adevăr pacea, de ce se pleacă el atît de deseori în fața celor ce fac război, de ce împrăștie ură și ostilitate ? De unde pînă unde acest sprijin acordat uliilor ? Nu este aceasta o dovadă că, în adîncul inimii, noi dorim războiul ? Asemenea aparențe pot fi foarte derutante și răspunsul probabil la această întrebare a fost dat în urmă cu două mii de ani de satiricul roman *Iuvenal* (60—140 e.n.), potrivit căruia turmele de oi au dat întotdeauna naștere unor guverne de lupi. Ceea ce în limbaj contemporan ar putea fi tradus cam în felul următor stolurile de porumbei dau naștere unor guverne de ulii. După cum într-un coș de mere întotdeauna sînt și cîteva putrede, între porumbei se află întotdeauna și ulii. Ei sînt însetați de putere și își croiesc prin luptă drum spre vîrf. Odată ajunși în vîrful națiunii, ei doresc să ajungă în vîrful lumii și atunci dezlănțuie un război. Dacă se întîmplă ca porumbeii să aleagă un porumbel drept conducător, uliii îl asasinează ; întrucît porumbeii nu asasinează ulii, ei sfîrșesc prin a avea drept conducători pe ulii, care caută apoi să-i facă și pe cei rămași asemenea lor.

Desigur, poate că mai este și altceva. Se pare că se produce o schimbare în mintea omului

atunci cînd el accede la putere, căci „puterea corupe". Așa cum am arătat în lucrarea mea anterioară, o moarte este o tragedie, mii de morți reprezintă o statistică. Poate că natura umană este astfel constituită încît, dacă un om privește de sus la semenii săi, el începe să gîndească în termeni de statistică și jertfește cu promptitudine viețile semenilor săi de dragul proiectelor sale, pentru ca apoi să justifice măcelărirea propriilor săi oameni prin numărul celorlalte ființe umane ucise, pe care le numește „dușmani".

În raportul nostru săptămînal privind numărul de infanteriști uciși în Vietnam, cifra este imediat urmată de numărul mai mare al soldaților din Vietnamul de Sud, cît și de numărul de zece ori mai mare al soldaților din Vietnamul de Nord uciși. „Calculul cadavrelor" este ținut ca un scor de fotbal, arătînd că am cîștigat prin faptul că am ucis mai mulți soldați decît au căzut din rîndurile noastre.

În era cosmotehnicii, războiul are trăsăturile sale specifice. Mai demult, dacă două națiuni se certau, ele își puteau încheia socotelile prin luptă. Indiferent de rezultat, războiul nu era un pericol pentru specie, întrucît una din cele două părți supraviețuia întotdeauna. În era cosmică războiul este diferit : cei neimplicați vor fi omorîți și ei, iar întreaga omenire va fi complet nimicită. Nici un stat nu are dreptul să facă aceasta numai pentru a-și reglementa diferendele cu caracter personal. Planeta nu este proprietatea particulară a nimănui. Ea este proprietatea comună a întregii omeniri, la fel ca atmosfera și oceanele, pe care nimeni nu are dreptul să le polueze. Puterile rivale etalează principii potrivit cărora și națiunile mari și cele mici au drepturi egale la existență ; dar, în același timp, pentru a-și rezolva diferendele, ele depozitează mii de bombe cu care ne pot nimici pe noi toți, poluînd atmosfera în mod fatal și definitiv, otrăvind oceanele cu surplusul de substanțe toxice neuro-paralitice pe care

le-au produs în demenţa lor. De ce nu se adună naţiunile mai mici pentru a impune marilor puteri să-şi distrugă bombele şi pentru a scrie astfel un *habeas corpus* destinat omenirii ? Împreună, naţiunile mai mici formează totuşi majoritatea. Ce neobrăzare incredibilă din partea superputerilor să le ameninţe existenţa ! Guvernele marilor puteri sînt lipsite oare de orice urmă de bun simţ ca să creadă că au dreptul să facă ce le place pentru că sînt mai puternice ?

Nu insinuez că toate acestea sînt rezultatul unei rele voinţe din partea marilor naţiuni. Ar putea fi vorba de o mare doză de ignoranţă şi nepăsare din partea guvernelor, dar ceea ce se află la baza tuturor acestor lucruri este mai ales faptul că epoca cosmotehnică ne-a depăşit. A introdus dimensiuni noi, iar pentru a le face faţă trebuie să ne lepădăm de lumea cea veche şi să construim una nouă.

Atît atmosfera cît şi oceanul constituie proprietatea comună a omului. În timp ce flota militară americană pretinde a fi paznicul libertăţii oceanelor, chiar în minutul în care scriu aceste rînduri ne pregătim să scufundăm în ocean o navă plină de ucigătoare gaze toxice neuro-paralitice îmbuteliate în şubrede containere metalice, care se vor deteriora repede şi vor otrăvi, vor ucide toată viaţa din oceanul care ne hrăneşte. Nu de mult am aruncat în ocean 17 000 asemenea bombe. În timp ce pretindem că luptăm împotriva poluării, continuăm să fabricăm cele mai ucigătoare arme pentru a distruge viaţa, pentru a otrăvi apa şi aerul şi a nimici cu defoliante milioane de acri de păduri virgine.

Este timpul ca pe mica noastră navă spaţială să înfigem un indicator cu inscripţia :

JOCUL CU BOMBE ATOMICE ŞI POLUAREA
STRICT INTERZISE...
CAPACITAEA MAXIMĂ 3 1/2 MILIARDE OAMENI

1971

CELE TREI CĂI SPRE SINUCIDERE *

Potrivit celor mai mulţi corifei ai gîndirii ştiinţifice, în lumea de astăzi există trei procese frenetice. Dacă le-ar fi permis să se desfăşoare nestăvilit, fiecare dintre acestea ne-ar extermina în mod cert. Este vorba de poluare, suprapopulare şi înarmare, al patrulea proces putînd consta din irosirea nesăbuită a resurselor foarte limitate ale globului. Poluarea şi suprapopularea lucrează încet şi constituie consecinţe firești ale trecutului. Noi ne-am dat seama de aceste pericole şi sperăm că vom fi capabili să facem ceva pentru a le jugula.

Situaţia stă oarecum altfel în ceea ce priveşte armele — nucleare şi convenţionale. Ele încă proliferează şi ne pot şterge de pe faţa pămîntului în orice clipă. Nu există nici o nevoie reală de ele. Sute de rachete atomice sînt gata să fie lansate împotriva noastră, în timp ce noi avem de două ori pe atît, destule ca să fie omorît de trei ori întregul popor sovietic. Din moment ce construim MIRV (Multiple Independently Targetable Reentry Vehicles) înmulţim numărul lor ; submarinele noastre se află în docuri uscate, unde încărcăturile lor atomice sînt transformate în aceste „rachete cu încărcături nucleare independente multiple“ care ne măresc de zece ori capacitatea de distrugere, dîndu-ne posibilitatea să ucidem nu de trei ori, ci de 30 de ori; capacitatea noastră de a produce precipitaţii radioactive, combinată cu aceea a Uniunii Sovietice, este suficientă pentru a rade de pe faţa pămîntului întreaga omenire. Dispunem de

* *Ibidem*, p. 29—33.

echivalentul a 15 tone de exploziv puternic (TNT) pentru fiecare fiinţă umană. În plus, posedăm tot felul de otrăvuri în cantitate suficientă pentru a ucide orice făptură vie.

Modul în care lucrează armata este următorul : întîi angajează jumătate pînă la trei sferturi din toţi oamenii de ştiinţă, luîndu-i de la munca lor în slujba omului şi punîndu-i să facă cercetări în domeniul unor arme noi. De îndată ce descoperă o nouă armă pentru masacrul în masă, aceasta este supusă unei „analize a posibilităţii celei mai proaste", presupunînd că şi duşmanii noştri o cunosc şi o produc pe scară largă. Pentru a ne simţi în siguranţă, trebuie să o producem şi noi pe scară largă. Din moment ce producem aceste noi arme, şi adversarii noştri trebuie să le producă. Din moment ce ei le produc, noi trebuie să le producem şi mai repede pentru a rămîne în frunte şi aşa mai departe. Cu fiecare nouă armă sau perfecţionare a vreunei arme, în loc să fim în mai mare siguranţă, ne aflăm tot mai aproape de marginea prăpastiei. Necazul este că nu se poate şi cu varza grasă, şi cu slănina în pod. Dacă ne cheltuim banii pe arme, pe instrumentele uciderii şi organizarea ei, trebuie să lăsăm la o parte toate priorităţile noastre reale, interesele umane. Aceasta duce treptat la o abrutizare şi dezumanizare care accelerează cursa înarmărilor. În prezent, din fiecare dolar impozit cheltuim 48,4 cenţi în scopuri militare. Alţi 16,4 cenţi merg pe cheltuieli legate de războaiele din trecut, deci în total 64,8 cenţi se duc pe cheltuieli militare. Aparatul administrativ federal înghite 18,2 cenţi, astfel că pînă la urmă pentru nevoile noastre umane rămîn 17 cenţi. Am devenit sclavii marilor noastre mecanisme militare. Înarmarea a devenit afacerea cea mai profitabilă. Din bugetul nostru, optzeci de miliarde iau calea Pentagonului. Preşedintele nostru opune un veto, ca măsură împotriva inflaţiei, la sume relativ mici alocate pentru sănătate sau învăţămînt, în timp ce aprobă miliarde pen-

tru înarmare, sume uriaşe de 2,5—12 miliarde cheltuindu-se pe absurde rachete antirachetă. Chiar şi banii pe care îi dăm altor ţări cu titlul de ajutor se scurg înapoi la Pentagon, deoarece de cele mai multe ori îi acordăm pentru a oferi naţiunilor subdezvoltate posibilitatea să cumpere arme de la noi. Noi împingem întreaga lume în cursa dementă, sinucigaşă a înarmărilor, pentru a satisface ambiţia complexului militar-industrial guvernamental ahtiat după bani şi putere.

Care este calea de ieşire, dacă există vreuna ? Primul pas este de a face curăţenie în sînul guvernului, de a alunga pe toţi negustorii de moarte şi uliii învechiţi şi, apoi, de a ne împrieteni cu „duşmanii" noştri. Tineretul de mult ar fi putut pune capăt războiului din Vietnam rupînd în bucăţi toate ordinele de recrutare şi uitîndu-se la cel ce s-ar supune ca la un trădător al omenirii.

Dar războiul şi înarmarea reprezintă numai una din căile către sinucidere. Nu voi vorbi despre celelalte două sau trei. Nu le-aş putea consacra spaţiu suficient. Paul R. şi Anna H. Ehrlich s-au ocupat *in extenso* de ele în admirabila lor carte *Population, Resources and Environment*, într-un mod ce nu ar putea fi întrecut [1]. Toate aceste căi spre dispariţie au un singur remediu comun : dezvoltarea unei conştiinţe mondiale, înţelegerea că noi toţi aparţinem aceleiaşi specii. Calea către fericire nu este o „luptă care pe care", omul fiind „fratele aproapelui său". Micuţul nostru glob cu oceanele sale, atmosfera sa şi resursele sale foarte limitate constituie proprietatea noastră comună şi nimeni nu are dreptul să-l polueze, să-l epuizeze sau să-l suprapopuleze. Dezvoltarea unei asemenea stări de spirit este un proces lent. Ea necesită un nivel spiritual mai înalt decît cel pe care îl avem în prezent, dar sper că nu vom avea nevoie de o catastrofă majoră pentru a-l dobîndi. Avem o cale lungă de străbătut, dar

[1] W. H. Freeman and Co., San Francisco.

chiar și cea mai lungă călătorie începe cu primul pas.

Știința a fost atît de neobișnuit încununată de succes din cauză că operează cu greutăți și măsuri identice peste tot. Un gram sau un centimetru sînt un gram și un centimetru peste tot. Avem un „Birou de standarde". Noua lume are nevoie de un „Birou internațional de standarde morale" pentru a defini ce este bine și ce este rău. Binele și răul nu sînt idei absconse. Bine este ceea ce este bine pentru societate, înnobilează viața, nu dăunează altora ; rău este opusul. Omorul, în sine, nu este un lucru rău. Viața se bazează pe omor, cel mai mare îl mănîncă pe cel mic. Aceasta este legea junglei, dar o societate omenească nu poate fi construită pe ea. Întotdeauna omorul a fost considerat drept cel mai mare păcat, dar pentru a satisface complexele militar-industriale și ambițiile guvernamentale noi facem distincție între două feluri de omoruri. Unul este omorul individual, aspru pedepsit. Celălalt este omorul politic sau militar, care se desfășoară nepedepsit și poate fi considerat chiar ca un fel de glorie. Există două condiții pentru a clasifica omorul drept „politic" sau „militar". Una este că trebuie să fie însoțit de o lozincă sau o teorie. Cealaltă este că trebuie să fie ucis nu un singur om, ci sute, o mie, milioane, sau întreaga omenire. Cu cît este mai mare numărul celor uciși, cu atît este omorul mai politic sau mai militar.

În noua lume de pe micuțul nostru glob intrat la apă va trebui să ajungem la o definiție mai univocă. Va trebui să numim crimă uciderea oricărui om, indiferent de culoare, crez, pașaport sau uniformă și indiferent de lozincile, minciunile sau teoriile care o însoțesc și indiferent de numărul celor uciși.

Am avea nevoie de o organizație supranațională care să dea sentințe. În prezent numai învingătorul îi judecă pe cei învinși. Dacă Revoluția americană ar fi eșuat, Jefferson, Washington și Franklin ar fi fost spînzurați și

ar fi fost pomeniţi în istorie ca criminali. Mă întreb cum ar considera un tribunal supranaţional pe conducătorii războiului nostru din Vietnam sau pe liderii noştri politici ?

Omenirea îşi va găsi pacea şi securitatea cînd va atinge acel nivel al dezvoltării morale şi etice de la care va privi cu repulsie toate instrumentele morţii şi va considera o ruşine să îmbrace uniforma breslei ucigaşilor în masă.

1971

DUALITATEA SOLUȚIILOR *

Jerome Wiesner [1] a subliniat că nu există soluții pur *tehnice* împotriva cursei înarmărilor. Lucrul acesta este valabil pentru majoritatea problemelor noastre. Rădăcinile lor sînt mai adînci. Încercările de a recurge numai la soluții tehnice pot chiar agrava problemele ; majoritatea guvernelor nu cunosc decît soluții tehnice.

Soluția noastră tehnică împotriva *cursei înarmărilor* este de a ne mări arsenalul, a fabrica mai multe bombe și a le perfecționa. Orice perfecționare a arsenalului nostru îi va obliga pe adversarii noștri să și-l perfecționeze pe al lor, adăugînd o nouă curbă la spirala înarmărilor. Soluția reală este de a ne împrieteni cu dușmanii noștri (cum ne sfătuia Lincoln). Înarmarea împotriva unui prieten nu ar avea nici un rost. Soluția reală și finală rezidă într-un progres moral și cultural, într-o conștiință mondială. Securitatea reală rezidă numai într-o stare de spirit care face războiul de neconceput.

În prezent, una din cele mai mari probleme ale noastre o constituie *drogurile*. Soluția tehnică urmărită de guvernul nostru este introducerea faimoasei legi *no knock*, folosirea unor puternice brigăzi antidrog și pronunțarea unor pedepse severe, fără distincție între drogurile inofensive și cele periculoase. Remediul real îl constituie o lume unde să se poată trăi, restaurarea demnității individului și a valorii efortului.

Soluția tehnică împotriva *crimei* este o forță

---

* *Ibidem*, p. 41—43.

[1] *Jerome Bert Wiesner* (n. 1915), profesor la Massachusetts Institute of Technology. — *Nota trad.*

poliţienească mai puternică. Soluţia sa reală o constituie lichidarea războaielor, cocioabelor, mizeriei şi sărăciei, foamei, ghetourilor, ignoranţei şi şomajului. Soluţia noastră tehnică împotriva *violenţei* este gazul lacrimogen şi garda naţională. Soluţia reală este înţelegerea şi bunăvoinţa, eliminarea violenţei pasive, a atitudinii rigide a omului care nu se urneşte decît în faţa violenţei active, provocînd-o.

Ştiinţa a devenit o ameninţare la adresa existenţei omenirii. Soluţia tehnică este împiedicarea progresului ei. O soluţie mai bună ar fi utilizarea admirabilelor rezultate ale ştiinţei pentru înnobilarea vieţii, pentru uşurarea muncii şi a suferinţei, iar nu transformarea acestor rezultate în instrumente ale morţii.

Nu încape îndoială că va fi nevoie de un mare volum de cunoştinţe tehnice pentru a combate *poluarea*, dar nici în acest domeniu tehnica nu va fi niciodată suficientă. Kaiserling spunea că „oricine doreşte să îmbunătăţească condiţiile exterioare trebuie să înceapă prin a face omul mai bun pe dinăuntru". Avem nevoie de un sentiment de solidaritate umană ca să considerăm pămîntul şi atmosfera ce-l înconjoară drept proprietatea comună a omului, care trebuie păzită cu grijă.

Problemele noastre *rasiale* au de asemenea o dublă soluţie. Ele necesită desigur multă tehnică, ca problema desegregării şcolilor, dar rezolvarea reală a problemelor rasiale rezidă în acceptarea reciprocă a fiinţelor umane ca egale şi în înlăturarea factorilor de deosebire rasială, ca o măsură a drepturilor sociale şi politice ale fiecăruia.

Dintre toate, cea mai mare şi mai acută problemă o constituie *războiul*, care poate produce în orice moment o catastrofă mondială. Soluţia tehnică rezidă într-o Organizaţie a Naţiunilor Unite puternică. Soluţia reală şi finală o reprezintă sentimentul solidarităţii umane, înţelegerea de către toţi oamenii din lume a faptului

că aparţinem aceleiaşi specii şi depindem unul de celălalt.

Soluţiile tehnice în sine nu numai că pot fi ineficiente, dar pot duce la opusul a ceea ce sînt menite să realizeze, întrucît forţa creează contraforţă.

Soluţiile reale vor costa. Dar bani *există*. Sîntem o ţară teribil de bogată. Necazul este că adesea folosim cum nu trebuie bogăţia noastră. Cu banii cheltuiţi în Vietnam într-o singură zi am putea avea douăzeci de S.S. Hope [1] care să circule în jurul pămîntului timp de un an [2]. Cu banii cheltuiţi acolo am putea păşi foarte bine pe calea rezolvării tuturor problemelor noastre, lichidînd cocioabele, foametea, sărăcia, ghetourile, ignoranţa şi crima. Am putea ridica nivelul vieţii umane în întreaga lume. Am putea îndeplini visul democraţiei, în loc să o discreditäm.

1971

[1] *S. S. Hope*, navă-spital de prim-ajutor.
[2] *Richard L. Tobin*, în *Saturday Review*, 4 aprilie 1970.

DESPRE INSTITUŢII *

Instituţiile îmbătrînesc ca şi oamenii. În epoca noastră de schimbări rapide şi îmbătrînirea lor este rapidă. Fiind alcătuite din oameni ale căror interese personale sînt identice cu ale instituţiilor pe care le servesc, cele mai multe instituţii publice încearcă să dobîndească mai multă putere şi sfîrşesc prin a servi în principal propriile lor interese, în loc de a servi scopul pentru care au fost create. În loc să rămînă în slujba oamenilor, ele tind să devină stăpînii lor. Aceasta a dus la ipocrita lume de astăzi, respinsă total de tineretul nostru. Nu se schimbă numai instituţiile, ci şi societatea. Pe cînd nevoile şi concepţiile care au creat o instituţie se schimbă, ea însăşi continuă să lupte pentru interesele sale arhaice legiferate. Această tendinţă a instituţiilor noastre de a ne domina este încurajată de faptul că avem ceva din atitudinea unui „biciclist", adică a omului care în sus are o poziţie încovoiată de spate, iar în jos dă cu picioarele.

Dar cum pot eu emite judecăţi asupra unor oameni sau instituţii ? Cine sînt eu să-i judec pe alţii ? Dar trebuie să judec, deoarece ca alegător trebuie să spun „da" sau „nu". Să ascult vorbele, principala verigă de legătură dintre oameni ? Să ascult promisiunile, argumentele, logica sau filozofia ? Toate acestea constau din vorbe, iar vorbele pot fi puse laolaltă în multe şi diverse feluri. Mi-am impus de mult regula să nu le iau în seamă şi să urmez un sfat foarte vechi, dat de Biblie : „pomul se cunoaşte după

* *Ibidem*, p. 45—50.

roade". Acesta este bunul simţ practic. Dacă văd un măr într-un pom, ştiu că acesta este un măr. Dacă văd o pară, ştiu că este un păr. Pomul bun face fructe bune, spune Biblia, iar pomul prost face fructe proaste. Biblia merge chiar mai departe şi ne spune ce să facem cu pomul cel prost să-l tăiem. Cînd judecăm oamenii sau instituţiile ar trebui să ne uităm la „roadele" lor.

Cea mai importantă instituţie este *guvernul.* Îl alegem ca să ne slujească şi să ne conducă spre pace şi o viaţă superioară. Dacă nu se identifică cu ţara, dacă tratează dezicerea onestă drept trădare, dacă spionează cetăţenii şi ţine fişe despre ei, dacă polarizează societatea şi, după cum spunea Jefferson, risipeşte banii oamenilor sub pretextul apărării lor, neglijînd priorităţi cum sînt sănătatea, învăţămîntul şi egalitatea socială, acest guvern nu este bun şi trebuie răsturnat. Dacă cu banii noştri cumpără sărăcie, crimă, inflaţie, şomaj şi nelinişte, dacă ne dezbină în raport cu el, acest guvern trebuie răsturnat urgent. Necazul este numai că, alegînd un guvern, trebuie să-l suportăm patru ani.

Este greu să judeci fără să dispui de informaţii, în consecinţă guvernul nu acordă acces la informaţii poporului şi nici chiar reprezentanţilor acestuia, în loc să-l atragă de partea sa, punîndu-i la dispoziţie informaţiile.

Este mai uşor să conduci oameni speriaţi, de aceea guvernele găsesc adesea cu cale să răspîndească teamă, ură, ostilitate şi neîncredere faţă de alte naţiuni, în loc să acţioneze în direcţia înţelegerii şi colaborării.

Acestea sînt practici guvernamentale străvechi care nu sperie în mod special. Totuşi, dacă un guvern porneşte un război, sau îl extinde sub pretextul apărării vieţii infanteriei, care altminteri s-ar afla într-o perfectă securitate acasă, dacă extinde mizeria războiului asupra unor noi ţări, ajutînd la torpilarea guvernelor neutre ale acestora, dacă potoleşte opinia publică retrăgîndu-se din acea ţară invadată numai ca armata sa să fie înlocuită de o altă armată care este tri-

misă cu bombardiere, adăugînd vorbelor în doi peri fățărnicia faptelor, atunci situația devine serioasă și cere să se acționeze urgent.

Dacă activitatea de pacificare a guvernului constă din crearea unei noi armate, ca lupta să nu se oprească niciodată, dacă el se duce la o conferință de limitare a armamentelor (SALT) ordonînd o extindere rapidă a arsenalului său atomic, dezvoltînd MIRV și rachetele antirachetă, dacă cheltuiește mai mulți bani pentru spionarea „dușmanilor" săi decît pentru cercetarea naturii, dacă torpilează Națiunile Unite, speranța omenirii, făcîndu-și singur dreptate în loc de a supune diferendele sale arbitrajului internațional, dacă face ca țara sa să fie urîtă și detestată în loc să fie iubită, dacă își pătează steagul aliind țara cu un guvern polițienesc antidemocratic și corupt, dacă își degradează patria transformînd-o în jandarmul întregii lumi, dacă își dezumanizează poporul prin numărarea cadavrelor ființelor umane ucise pentru a justifica măcelărirea propriilor fii, dacă își bate joc de principiile sacre enunțate de Jefferson, Madison sau Hamilton, înseamnă că ceva este fundamental greșit. Dacă democrația înseamnă atîrnarea unui guvern autocratic, care lucrează cu metode criminale, de gîtul unui popor subdezvoltat, dacă domnește minciuna și șarlatania, atunci este indicată o intervenție chirurgicală majoră.

Întotdeauna această țară a fost refugiul celor urmăriți pe nedrept. Acum ea umple alte țări cu propriii săi refugiați. O parte considerabilă a tineretului său este pus sub urmărire și umple închisorile. Această țară obișnuia să atragă savanții de valoare din restul lumii, în timp ce acum propriii săi oameni de știință o părăsesc, la fel ca mulți alții, în căutarea unei împliniri a vieții. Guvernul se bate singur pe umăr cînd ritmul de creștere a inflației și a șomajului este mai mic, deși țara, cu enorma sa vitalitate, ar trebui să progreseze cu maximă viteză.

Nu este posibil să trăim pe un glob mic cu ură și teamă în inimi și cu megatone de bombe în mîini. Niciodată nu a existat o nevoie mai mare de a unifica omenirea, de a sublinia ce avem comun și de a atenua ceea ce ne desparte, dar omenirea niciodată nu a fost divizată mai net în două tabere. Președintele Nixon este un maestru al dezbinării și polarizării, și chiar propria noastră casă este divizată : uliul este despărțit de porumbel, tînărul de bătrîn, albul de negru și săracul de bogat.

A doua instituție în ordinea importanței este *departamentul apărării*, a cărui menire este de a ne apăra. Dacă ne ia fiii ca să lupte la zece mii de mile distanță pentru a ne apăra împotriva unei țări sărace, subdezvoltate, care niciodată nu ne-a atacat, dezrădăcinînd și pustiind acest popor cu ajutorul superiorității sale tehnice, prefăcîndu-l într-o națiune de refugiați, dacă trece peste guvern și îi ordonă în loc să-l slujească, dacă devine principalul sfătuitor al guvernului, amăgindu-l cu momeala victoriei finale, dacă transformă toate rezultatele științei în instrumente ale uciderii, dacă devastează păduri virgine de copaci înalți și recoltele de pe milioane de acri, ducînd război împotriva femeilor și copiilor, primii care suferă, dacă face din membrii societății sclavii săi, luîndu-le cea mai mare parte a roadelor muncii lor și dominînd chiar Congresul și Senatul, împrăștiind teamă și ură față de alte națiuni, în timp ce cheltuiește milioane pentru propagandă, dacă reușește să se contopească cu industria și guvernul în așa măsură încît nu se pot deosebi, așa cum este cazul în prezent în această țară, atunci a sosit timpul pentru o revizuire radicală.

Dacă aș analiza Departamentul de Stat, bisericile sau partidele politice, aș găsi peste tot același sistem de funcționare pentru sine. Principiul nostru fundamental ar trebui să fie ca tot ceea ce creăm să ne servească pe noi, să servească omul, să servească comunitatea, iar nu să devină stăpînul lor. Mașinile sînt bune cît timp

ne slujesc și sînt instrumentele noastre. Dacă devin stăpînii noștri, dacă ne nenorocesc viața umplînd lumea cu murdărie și zgomot — ele nu ne mai sînt de folos. *Tehnocrația* este minunată dacă ne face capabili să producem fără a transpira și ne permite să avem mai mult timp disponibil pentru aspirațiile noastre umane. Dacă putem produce mai eficient sub tutela marilor corporații, atunci să permitem existența marilor corporații atît timp cît acestea ne slujesc, atît timp cît ne fac viața mai bogată, nu mai săracă. Progresul tehnic este minunat, dar dacă pîngărește cuibul nostru, dacă îl urîțește și îl face de neînlocuit, atunci mai bine să nu vrem să avem parte de el.

Acest raport de la stăpîn la servitor se extinde și asupra vieții noastre particulare. Este plăcut să ai un cămin mare, încăpător, bine înzestrat cu toate comoditățile, dar trebuie să fim atenți ca toate acestea să ne aparțină *nouă*, iar nu noi *lor*. Nu trebuie să ne lăsăm amăgiți de reclamele care încearcă să ne facă să cumpărăm lucruri de care nu avem nevoie cu bani pe care nu-i avem.

În rezumat, tot ceea ce creăm trebuie să ne slujească, iar nu să ne stăpînească, și tot ce creăm trebuie apreciat după „roadele" sale.

Cu mai mulți ani în urmă am participat la un festival național în Olanda. Actuala regină, pe atunci un copil, a întrebat-o pe mama ei „Toți acești oameni îmi aparțin ?". „Nu, *tu* le aparții *lor*", a fost răspunsul mamei. Chiar și o regină nu este decît funcționarul public nr. 1.

1971

SCOPURI ŞI PRIORITĂŢI *

Dacă vrem să ajungem undeva, primul lucru pe care trebuie să-l ştim este unde vrem să ajungem. Care este scopul nostru ? Care pot fi prioritățile noastre, ţinta finală a străduinţei umane ?

Astronauţii ne-au adus imagini ale micii noastre planete. Nu era nici o urmă vizibilă de viaţă umană pe ea. Astfel, dacă ar fi să ne exterminăm, nu ar exista nici o diferenţă. Fără noi, globul nostru ar arăta chiar mai frumos şi mai verde şi nu ar exista nimeni dincolo de lumea noastră să verse o lacrimă din cauză că am dispărut. Viaţa omului nu are valoare în sine. Are atîta valoare cît îi putem conferi trăind fericiţi şi decenţi, dezvoltînd tot ce este bun şi frumos în noi şi în jurul nostru. Aşadar oamenii nu pot avea alt scop mai înalt decît să înnobileze viaţa, să creeze o lume fără foamete, teamă şi boli, o lume paşnică în care să domnească decenţa, echitatea, bunăvoinţa, armonia şi cinstea şi condusă de înţelepciune şi pricepere. Am străbătut o bună bucată de drum în această direcţie şi scopul nostru naţional nu poate fi altul decît a-l continua, îmbogăţiţi cu minunatele realizări ale ştiinţei şi adaptînd continuu lumea noastră la cerinţele epocii cosmo-tehnice.

Întrebarea este : pe ce să întemeiem această nouă lume ? Pe dragoste, spun unii. Dragostea nu este suficientă ca fundament. Dragostea este rezultatul reacţiei între două persoane : ea se poate transforma uşor în ură. Dragostea în ge-

* *Ibidem*, p. 63—66.

neral nu are nici un sens : nu mi se poate spune să-mi iubesc vecinul pînă nu-l cunosc.

Dacă există o solidă bază sentimentală pe care putem construi o asemenea lume, aceasta este egotismul — nu egotismul miop care ar vinde viitorul pe nimica toată, ci unul sofisticat care-şi cunoaşte interesul real şi înţelege că depindem cu toţii unul de celălalt ; că, ajutîndu-i pe cei rămaşi în urmă, pe săraci sau pe subdezvoltaţi, ajutîndu-i pe toţi, ne ajutăm pe noi înşine. Una din cele mai serioase ameninţări la adresa Statelor Unite o constituie marile mase de oameni săraci şi ignoranţi ce se înmulţesc rapid. În curînd vom putea constata că nu sîntem invidiaţi, ci urîţi şi detestaţi, o insulă într-o mare ostilă, rupţi de materia primă de care depinde bunăstarea şi civilizaţia noastră.

O altă bază pe care putem construi o lume mai bună, nouă (fără de care nu poate fi construită nici o lume nouă, mai bună) o constituie decenţa, bunăvoinţa, înţelegerea şi solidaritatea umană, conştiinţa că sîntem cu toţii membrii aceleiaşi specii, depinzînd unul de altul. Nu ne putem iubi cu toţii unii pe alţii, dar ne putem respecta. Toate acestea laolaltă constituie în relaţiile politice, cred eu, ceea ce tineretul numeşte „dragoste". Sînt profund convins că, pe termen lung, cea mai bună politică este cinstea, bunăvoinţa şi onestitatea, în timp ce politica de înşelăciune şi ipocrizie se anulează singură.

În măsura în care este nevoie de o altă bază, noi avem una : Constituţia noastră şi Declaraţia noastră de independenţă. Nu trebuie decît să găsim conducerea reală care să ducă la îndeplinire idealurile conţinute în aceste documente. Întrucît numitorii comuni cei mai scăzuţi corespund totdeauna numărului celui mai mare, a apela la aceştia este calea cea mai sigură spre putere. Spre putere, dar nu spre conducere. Calităţile cerute pentru a ajunge la putere şi cele necesare unui bun conducător în prezent se exclud reciproc.

Omul, maimuța despuiată, nu are nici măcar blana care să-i țină de cald. Milioane de ani a avut o existență foarte anevoioasă și a trebuit să lupte din greu pentru ca să-și hrănească trupul și să-l încălzească. De-abia tîrziu l-a învățat știința cum să producă fără trudă. Această abundență este atît de nouă pentru noi, încît acuma o părăduim fără nici un sens, risipindu-ne resursele de neînlocuit, umplînd lumea cu gunoaiele noastre. Ne epuizăm producînd și consumînd.

Bunurile materiale și un înalt nivel de trai sînt admirabile și merită să luptăm pentru ele doar în măsura în care nu le avem. De îndată ce le avem, ne dăm seama că ele nu pot desăvîrși viața omului. Azi tineretul nostru percepe sunetele ce vin de la „un alt toboșar" și face distincție între preț și valoare.

Cu automatizarea crescîndă, în curînd vom fi capabili să producem cu mult mai mult decît ceea ce putem consuma. Ce va trebui să facem atunci ? Să stocăm fără nici o noimă produsele, sau să concediem majoritatea muncitorilor ? Mai curînd sau mai tîrziu va trebui să înfruntăm faptul că trebuie să muncim mai puțin. Dar ce vom face atunci cu noi ? Cum ne vom umple viața în mod inteligent ? Aceasta este cea mai mare problemă a viitorului și trebuie să ne pregătim pentru ea de pe acum, smulgîndu-ne din făgașul fatal în care ne aflăm și unde problemele se rezolvă prin războaie.

Viața omului este un fenomen ciudat și adesea paradoxal. În timp ce ne simțim bine și cu mintea limpede, o celulă ce se înmulțește fără noimă ne poate tăia brusc firul vieții, împingîndu-ne într-o teribilă agonie. Sau un mic cheag format într-o arteră a creierului sau a inimii ne poate anula dintr-o dată existența. Acestea sînt umilirile reale ale omului, nu recunoașterea unei erori. De ce să cheltuim toate mijloacele și toată ingeniozitatea noastră pentru a demonstra că trupul poate fi sfîșiat de schije sau pîrjolit de napalm ? De ce să nu ne folosim

mijloacele şi ingeniozitatea pentru a lichida umilirea noastră de către duşmanii naturali ai omului, astfel încît cu toţii să ne trăim viaţa în mod decent şi demn ?

Am ajuns la o răscruce şi trebuie să ne alegem drumul. Putem urma drumul actual sub o conducere militară sau paramilitară. Putem continua să transformăm lumea noastră într-o imensă garnizoană cu obişnuita sa monotonie, turpitudine şi tăbăcire morală, într-o lume în care străduinţa şi realizarea nu constituie un merit, într-o lume a dominaţiei, exploatării şi distrugerii, într-o lume a minciunilor în care armata, în înţelegere secretă cu politicienii, îi poate smulge pe tineri de la studiul lor şi-i poate mîna la mii de mile distanţă de căminele lor, pentru a-i transforma în ucigaşi sau în cadavre. Această cale duce la dispariţia rasei umane.

Dar noi ne putem descotorosi de toate aceste rămăşiţe ale unei epoci anterioare şi crea o lume de valori morale, etice şi spirituale, o lume în care fiecare să aibă şanse egale de a-şi dezvolta talentele la maximum. Incapacitatea de a-ţi aduce aminte poate fi la fel de dezastruoasă ca şi incapacitatea de a uita. De ce să nu uităm lumea depăşită, întunecată, barbară, precosmică şi de ce să nu întindem o mînă prietenească tuturor şi să nu urmăm calea spre o lume nouă, o lume cum nu a mai văzut omul niciodată ? Cel mai temeinic argument este exemplul bun. Viitorul nu începe mîine. Fiecare minut poate fi transformat într-un nou început.

1971

IV

RETROSPECTIVĂ AUTOBIOGRAFICĂ

CONVORBIRE CU ALBERT SZENT-GYÖRGYI *

— *Salutăm cu mult drag și mare stimă pe academician dr. Albert Szent-Györgyi, membru de onoare al Academiei Ungare de Științe, doctor honoris causa al Universității medicale din Seghedin, laureat al Premiului Nobel, personalitate marcantă a vieții științifice internaționale. Vă salutăm din partea televiziunii, mulțumindu-vă pentru faptul că în scurtul răstimp al vizitei dvs. în Ungaria ne-ați permis să realizăm un interviu filmat în două serii. Poate ar fi bine să intrăm de la început în miezul problemei.*

Omul de știință dobîndește cunoștințele sale parțial în școală și în mare parte în cursul muncii sale. Dar în ceea ce privește formarea configurației sale spirituale și decizia în problema fundamentală a alegerii profesiunii, familia, copilăria, perioada de tinerețe joacă un rol important. În cazul dumneavoastră cum s-a întîmplat ?

— Cred că educarea și formarea celor mai mulți dintre noi începe încă înainte de naștere. Educarea mea începe în secolul trecut, de prin anii 1800, cînd din partea nordică, săracă, rămasă în urmă a Ungariei de atunci, un copil de țăran a pornit-o desculț spre sud, mînat de setea de învățătură. S-a dus la Bratislava, angajîndu-se băiat de prăvălie la un farmacist. Cu două decenii mai tîrziu îl regăsim la Viena, ajuns profesor de fiziologie. Pe atunci Viena era unul din centrele științifice ale Europei. Țărănușul de odinioară, devenit profesor de fi-

* *Az élet jellege*, Magvető Kiadó, Budapesta, 1975. (Fragmente din interviul TV realizat de István Kardos la 9—10 ianuarie 1874 — Budapesta.)

ziologie şi anatomie s-a întors ulterior în Ungaria, unde a ajuns şef al departamentului sănătăţii. Cred că de aici începe educarea mea. Fiul acestui om a ajuns şi el profesor universitar şi cercetător, iar fiul acestuia, unchiul meu din partea mamei, Mihály Lenhossék, a fost un renumit histolog, care s-a ocupat de anatomia microscopică. El domina viaţa intelectuală a întregii familii. Tatăl meu era moşier, pe el nu-l prea interesau problemele intelectuale ; familia se afla sub semnul acelui unchi, care, întrucît fusese un copil precoce, credea că toţi oamenii eminenţi trebuie să se manifeste de timpuriu. Eu însă am început să mă manifest foarte tîrziu, astfel încît familia mă considera un prost. Cînd la vîrsta de 15 ani i-am spus unchiului meu că vreau să îmbrăţişez o carieră ştiinţifică, a protestat din răsputeri, declarînd că aş putea deveni cel mult un cosmetician. Mai tîrziu şi-a mai modificat întrucîtva părerea, dîndu-şi acordul pentru meseria de dentist. La terminarea liceului, mi-a permis chiar să lucrez în laboratorul său. Întrucît suferea de hemoroizi, îl interesa foarte mult orificiul anal. Astfel, prima mea lucrare ştiinţifică trata structura orificiului anal — am abordat deci ştiinţa de la „capătul opus".

M-am mai ocupat trei ani de anatomie, dar studiul acesta nu-mi oferea satisfacţii, vroiam să cunosc viaţa, ce este ea, de aceea m-am îndreptat spre fiziologie, dar nici în acest domeniu nu mi-am găsit mulţumirea. Iepurele de casă era prea complicat pentru mintea mea simplă, ea nu-l putea cuprinde, aşa că am început să mă ocup de bacteriologie. Bacteriile sînt foarte mici, dar mi-am dat seama că o bacterie cuprinde în ea o lume şi este prea complicată pentru mine ; atunci m-am dirijat spre molecule şi am devenit chimist. Dar mai tîrziu mi-am dat seama că şi molecula este prea complicată pentru mine. Atunci am trecut la electroni, care sînt părţi foarte mici ale moleculei de care se ocupă o ramură separată a ştiinţei,

mecanica cuantică, mecanica ondulatorie. Cu capul cărunt am început să mă ocup de o ramură a ştiinţei cu totul nouă. Astfel am trecut de la o ştiinţă la alta, intuind încă de pe atunci că viaţa le însumează pe toate şi că, limitîndu-ne la un domeniu îngust, nu o vom înţelege niciodată. O vom putea — eventual — înţelege numai dacă pătrundem întreaga ştiinţă. De aceea am trecut de la o ramură a ştiinţei la alta.

— *Dar a survenit un eveniment istoric foarte însemnat, primul război mondial.*

— Da. În timpul războiului mondial tocmai îmi făceam anul de voluntariat. Pentru mine războiul a însemnat o totală stagnare spirituală. Întîi am fost pe frontul rusesc, în regiunea Nistrului. Cine era în stare să judece cît de cît, îşi dădea seama că pentru noi războiul era pierdut şi că tot ceea ce ni se „servise" începînd din copilărie — suprema glorie este să mori pentru rege etc. — nu era decît o gogoriţă în folosul celor de la putere, că totul era minciună. Conducătorii de la Viena ne sacrificau cu miile pentru a-şi salva pielea. M-a cuprins o dorinţă irezistibilă de a mă întoarce la ştiinţă, astfel că într-o bună zi mi-am luat pistolul şi, din amărăciune, mi-am tras un glonte în braţ. M-am expus unui mare pericol, căci dacă se descoperea fapta mea mă şi spînzurau. Sufleteşte însă mi-a fost şi mai greu, fiind învăţat din copilărie că a muri pentru rege este o datorie de onoare, pe cînd a „ieşi" astfel din armată era cu totul altceva. Totuşi aşa am procedat. Am reuşit astfel să revin la laboratorul meu, apoi am trecut în Italia, însă şi acolo am dat imediat de bucluc. Lucram într-un laborator pe lîngă un spital de campanie, unde se afla un docent din Viena care executa periculoase experienţe farmacologice pe prizonierii de război italieni. Cînd am protestat, mi-a răspuns : „Aştia nu-s decît nişte prizonieri...". În mine se formase încă de pe atunci sentimentul solidarităţii cu marea comunitate umană. Ce mi-e italian, ce mi-e ungur, cu toţii sîntem oa-

meni şi fraţi. M-am răzvrătit şi l-am denunţat pe medicul respectiv. Dar el avea două stele în plus, aşa că eu am fost cel pedepsit. M-au trimis în regiunea marilor mlaştini italiene, unde bîntuia malaria tropicală şi unde în medie nimeni nu supravieţuia mai mult de patru săptămîni. Spre norocul meu însă, după două săptămîni întregul front s-a prăbuşit, eu am rămas în viaţă şi am reuşit să ajung acasă.

— *Ce aţi făcut ulterior ? După cîte ştiu, v-aţi ocupat şi de bolile tropicale.*

— Ardeam de dorinţa de a deveni om de ştiinţă, dar eram abia un începător. Întîi am plecat la Bratislava, ca asistent al profesorului Mansfeld, apoi la Praga, şi de acolo la Berlin, ca să învăţ. Banii erau pe terminate, iar eu aveam deja familie, soţie şi o fetiţă. Pentru a le asigura viitorul, am plecat la Hamburg, la Institutul de igienă tropicală, cu gîndul să învăţ igiena tropicală, bolile tropicale. La tropice este întotdeauna nevoie de medici, întrucît aceştia contractează cu uşurinţă boli contagioase, mor şi există în permanenţă posturi vacante. Îmi cumpărasem şi instrumentarul de care aveam nevoie, o frumoasă cască colonială albă, un costum alb prezentabil, tot lucruri absolut necesare. Tocmai atunci s-a întîmplat ca Asociaţia olandeză de biologie să-şi ţină la Hamburg sesiunea, la care a fost prezent şi profesorul Verzár, ce deţinea un post bun în Olanda. Întrucît se pregătea să se întoarcă în Ungaria, mi-a propus să-l înlocuiesc şi am fost acceptat. Întîi am lucrat la Leiden, apoi am plecat la Groningen, unde am început să mă ocup serios de chimie. La Groningen trăgeam mîţa de coadă, n-aveam nici un post şi mi se terminaseră banii. Spre norocul meu, era acolo un profesor care executa nişte operaţii foarte complicate pe animale. Acestea însă mureau toate. Auzind că există în localitate un tînăr fiziolog ungur, profesorul mi-a propus nişte experienţe. Le-am realizat şi animalele mele au rămas toate în viaţă.

— *Cînd aţi început să vă ocupaţi de respiraţia celulară ?*

— Acolo la Groningen, cînd am fost angajat. Pe atunci aceasta era una din principalele probleme ale biologiei. Chestiunea se punea în felul următor. Organismul nostru este acţionat prin energie. Iar energia provine din arderea în organism a substanţelor nutritive. Dacă luăm o felie de pîine cu unt şi o aşezăm pe masă nu se întîmplă nimic. Dar dacă o mîncăm, atunci într-un sfert de oră ea se arde. Deci se întîmplă ceva foarte important : oxigenul oxidează pîinea cu unt şi o transformă în bioxid de carbon. Ori pîinea cu unt se activase, ori oxigenul se activase şi arsese pîinea cu unt. Aceasta era problema în privinţa căreia existau două mari orientări opuse. Orientarea Warburg spunea că oxigenul se activează, orientarea Wieland spunea că pîinea cu unt se activează, adică hidrogenul substanţei nutritive. Printr-o experienţă foarte simplă am reuşit să demonstrez că ambele teze sînt valabile. Adevărul se află la mijloc : şi oxigenul se activează, şi pîinea cu unt, adică hidrogenul se activează, iar oxigenul activ oxidează hidrogenul activ. Iată secretul respiraţiei celulare şi de aici provine toată energia care ne ţine în viaţă.

— *Această soluţie corespunde şi teoretic cel mai bine principiului esenţial al metabolismului.*

— Aceasta este esenţa metabolismului. Mai tîrziu, ştiinţa a elucidat multe detalii foarte interesante, dar în esenţă aceasta este baza metabolismului şi a energeticii.

— *Menţionînd metabolismul, v-aţi referit la una din cele mai importante probleme ale organismului. Dar studiul respiraţiei celulare pe care, domnule profesor, l-aţi efectuat întîi asupra plantelor, permite oare a se trage concluzii generale biologice cu privire la cunoaşterea anumitor fenomene încă neelucidate ale organismului animalelor sau al omului ?*

— Cred că da. Natura se bazează pe principii mari. Natura nu creează principii separate

pentru un copac, o tufă, o floare sau un om. Toate acestea se bazează pe un principiu fundamental mare, comun, aşa încît este indiferent ce studiem, dacă sîntem suficient de inteligenţi pentru a înţelege principiul fundamental, structura vieţii. Pe atunci, la început, eu mă ocupam de plante, întrucît părea un lucru mai simplu. Nu era mai simplu, părea numai, şi foarte curînd mi-am dat seama că există două categorii de plante. Unele se fac brune dacă le vătămăm ; de exemplu, ştim cu toţii că dacă scăpăm din mînă un măr, a doua zi va apare o pată brună pe locul unde mărul s-a lovit. Deci un soi de plante se colorează în brun şi aceasta îmi spunea mie că aici se petrecea un proces deosebit care poate fi studiat. În ştiinţă important este nu numai ce gîndeşte cercetătorul, ci care anume din ideile sale pot fi surprinse experimental. Procesul de colorare în brun putea fi surprins şi am început să-l studiez. A reieşit că este un proces interesant, dar nu m-a dus acolo unde vroiam să ajung. Colorarea în brun nu este altceva decît o reacţie de apărare a celulelor. Atunci am trecut la plantele care nu capătă culoarea brună cînd sînt lovite, de exemplu portocala sau lămîia. Oricît le-ai scăpa din mînă sau le-ai călca în picioare, niciodată nu se vor colora în brun. Am început să le studiez şi am văzut că, dacă provoc o anumită reacţie, se poate observa o foarte mică întîrziere în apariţia ei. Cînd ar fi trebuit să apară reacţia, aceasta întîrzia o secundă sau o jumătate de secundă. Toate rezultatele mele s-au datorat faptului că iubesc foarte mult viaţa, o trăiesc intens şi dacă observ un lucru nou, trec la examinarea sa amănunţită. Nu toţi oamenii de ştiinţă procedează la fel, din cauză că azi importanţa aparatelor creşte din ce în ce. Se introduc datele într-un aparat, se manipulează apoi un buton şi se citesc cadranele. Materia de care mă ocup eu este întotdeauna materia vie pe care o pipăi, o contemplu, observîndu-i toate amănuntele, ceea ce mă duce mereu pe calea cea bună.

— *Deci vă interesează nu atît rezultatul, cît mai ales procesul ?*

— Întocmai ! Observasem o mică întîrziere şi ştiam că este cauzată de o substanţă. Şi cînd un chimist urmăreşte un proces oarecare şi ştie că este cauzat de o substanţă, va izola substanţa respectivă. Este un moment foarte important. Izolînd substanţa respectivă, aflăm ce este ea. Şi cîteodată acest lucru este foarte greu. Sună foarte simplu, dar este foarte greu, pentru că în fiecare celulă se află sute şi sute de substanţe diferite, de obicei într-o concentraţie foarte mică, şi pentru a afla ce reprezintă o substanţă ea trebuie purificată, separată de toate celelalte sute de substanţe. Cîteodată acest proces este îndelungat şi foarte anevoios, dar este treaba chimistului. Cînd am început să cercetez ce provoacă acea mică întîrziere, a reieşit că este un agent reductor, din cauza căruia se tărăgăna întregul proces şi de-abia atunci am cristalizat în sfîrşit substanţa despre care ulterior a reieşit că este vitamina C.

— *Adică acidul ascorbic ?*

— Da, acidul ascorbic.

— *A reieşit imediat faptul că acidul ascorbic este identic cu vitamina C ?*

— Nu, ci de-abia mult mai tîrziu. Trebuie să vă spun că pe mine nu prea mă interesau vitaminele. În parte, dintr-un motiv copilăros, nici eu nu ştiu de ce credeam că vitamina ţine de resortul bucătarului, ea fiind o substanţă pe care trebuie s-o consumăm pentru a nu ne îmbolnăvi.

— *Lipsa ei provoacă o îmbolnăvire ?*

— Exact. Deci mă gîndeam că ceea ce mîncăm nu este treaba mea, ci a bucătarului. De aceea, pe atunci vitaminele nu mă prea interesau. Mi-a trecut prin minte ideea că acest acid nu poate fi altceva decît vitamina C. Dar, pentru a o demonstra, ar fi trebuit să mă apuc de o cu totul altă experienţă pe animale, de care nu aveam chef. Aşa că pur şi simplu am băgat materialul în sertar. Cîţiva ani mai tîrziu, s-a pre-

zentat la mine un tînăr foarte destoinic, un american de origine ungur, care mi-a spus că singura sa preocupare în viaţă a fost de a determina dacă o substanţă este vitamină sau nu... I-am spus : uite aici o pulbere, fă-i analiza. În urma determinărilor, a constatat că este vorba de vitamina C. Atunci dintr-o dată chestiunea a devenit foarte însemnată.

— *După cîte ştiu, povestea vitaminei C nu a fost totuşi chiar atît de simplă.*

— Într-adevăr, povestea vitaminei C nu a fost simplă, pentru că, odată obţinută substanţa în stare pură, trebuia să aflăm despre ce anume era vorba. Trebuia determinată compoziţia sa chimică, trebuia sintetizată şi, bineînţeles, trebuia produsă chimic, dar pînă una alta aveam o cantitate foarte mică din ea. Am plecat în America, pentru că numai acolo am găsit un material din care puteam prepara substanţa sub formă cristalină. După o muncă de un an de zile, m-am întors cu 15 grame de substanţă, ceea ce era un rezultat uriaş, de care eram foarte mîndru, dar am consumat aceste 15 grame fără a afla despre ce era vorba. Aşa că cercetarea de fapt s-a oprit. Trecusem în revistă toate plantele din lume şi în nici una nu găsisem o cantitate suficientă din substanţa în studiu. Pe atunci mă aflam la Seghedin. După cum se ştie, Seghedinul este centrul producţiei de ardei. Într-o seară, la cină, soţia mi-a pus pe masă ardei, pe care nu aveam însă chef să-i mănînc, dar n-aveam nici suficient curaj s-o mărturisesc. Mă uitam la ardei şi mă gîndeam : cu planta asta n-am făcut încercări niciodată. I-am spus atunci soţiei că nu mănînc ardeii, ci mai bine îi duc la laborator. Chiar în acea noapte am aflat că ardeiul este un adevărat tezaur de vitamină C. După o săptămînă, dispuneam de un kilogram şi jumătate de vitamină C, în timp ce pînă atunci preparasem doar cantităţi de ordinul miimilor de gram. Am distribuit-o în întreaga lume şi experienţele au confirmat descoperirea. Astfel a fost ea identificată definitiv. Astăzi este produsă ieftin în can-

tităţi industriale şi constituie un important izvor de sănătate, a devenit un preţios medicament.

— *Aşadar descoperirea răsplătită cu Premiul Nobel a pornit de la un simplu pretext invocat la o cină.*

— Mai precis de la laşitatea unui soţ.

— *Care avea însă curajul necesar unui cercetător. Aţi amintit, domnule profesor, că, atunci cînd aţi descoperit acidul ascorbic, l-aţi pus în sertar. Pe atunci în lumea ştiinţifică se desfăşurau discuţii aprinse pe tema vitaminelor. Cum a reacţionat lumea ştiinţifică atunci cînd a reieşit că acidul ascorbic este vitamina C ? A fost acceptată ideea ?*

— O descoperire modernă este o descoperire tocmai prin faptul că se află în contradicţie cu toate cunoştinţele curente. Dacă nu le contrazice, nu este decît o contribuţie. În viaţa mea am făcut trei descoperiri ; m-am obişnuit ca tot ce este nou să fie imediat respins şi să se spună că e greşit. Pe vremea aceea, la Londra trăia o mare somitate în materie de vitamina C. Imediat a publicat un articol în care scria că el ştie foarte puţine despre vitamina C, dar un lucru ştie precis şi anume că ceea ce am făcut eu este eronat. Mai tîrziu, spre regretul meu, a fost concediat, întrucît prin această declaraţie el a împiedicat întregul progres în acest domeniu. Am făcut şi mai tîrziu însemnate descoperiri ; şi acestea, fiind inedite, au fost mai întîi respinse de ştiinţa „standard". Şi astăzi, dacă o idee nu-mi este acceptată, mă gîndesc că probabil e ceva foarte reuşit, e o descoperire ; dacă este însă acceptată, mă întristez, se vede treaba că îmbătrînesc, nu mai sînt în stare să aduc nimic nou.

— *Domnule profesor, dumneavoastră v-aţi ocupat mult de vitamina C, pe urmă şi de vitamina P. Ce părere aveţi : din ce cauză avitaminoza nu se repercutează la fel asupra organismelor diferitelor animale ?*

— Răspunsul este foarte simplu. Fără vitamina C viaţa nu este posibilă. În condiţiile

noastre climatice, iarna nu există vitamina C, fiindcă nu sînt fructe. Astfel aici nu pot trăi decît animalele care sînt în stare să-şi producă vitamina C. Toate animalele şi plantele îşi produc vitamina C ; omul, cobaiul şi maimuţa sînt singurele trei specii care nu sînt capabile să facă acest lucru, întrucît sînt originare de la tropice. Şi omenirea se trage din Africa tropicală, unde în pădurile virgine, în junglă se găseşte peste tot vitamina C. Deoarece orice aliment consumat conţinea şi vitamina C, a devenit inutil ca organismul nostru să o prepare. Organismul nu reţine în memorie acţiunile pe care nu le mai repetă, iar funcţia respectivă încetează ; în felul acesta omul a uitat cum se produce vitamina C.

— *Vreţi să spuneţi că iepurele de exemplu, care nu este hrănit de om nefiind animal domestic, într-o iarnă grea produce, chiar în lipsa vegetalelor, necesarul de vitamină C deoarece genetic, respectiv istoriceşte, s-a obişnuit ca organismul său să fie constrîns la aceasta ? Iar omul şi-a pierdut facultatea de a produce vitamina C ?*

— Exact.

— *Deci noi nu o putem produce decît pe cale chimică ? Organismul nostru este mai puţin desăvîrşit decît ştiinţa noastră ?*

— Aşa este. Mă mir că într-o asemenea climă omenirea a reuşit să supravieţuiască. Un rol important are şi faptul că, în urma intensificării schimburilor, se aduc din sud fructe proaspete, bogate în vitamine. După cum a reieşit din săpăturile arheologice efectuate, în Europa întreaga populaţie era foarte prăpădită, foarte bolnăvicioasă. Şi nici nu putea fi altfel.

— *Lipsa de armonie dintre om şi natură — şi acest lucru este valabil şi în ceea ce priveşte aportul de vitamine — se intensifică. La aceasta ne referim în cadrul noţiunii generale de „noxe ale civilizaţiei". Ce se poate face ?*

— Mediul trebuie adaptat la cerinţele organismului nostru. Organismul nostru nu este

obișnuit ca în loc de aer să inspire fum sau vapori de benzină, acestea trebuie înlăturate din aer. Mediul trebuie adaptat la om, întrucît noi nu ne putem adapta. Durează milioane de ani pînă cînd un organism se adaptează la un mediu nou.

— *Lucrul acesta se referă și la casele de beton care nu lasă să treacă razele solare ?*

— Se referă la toate. Nu există mediu bun sau rău la modul general. Dacă scoatem peștele din apă și îl așezăm pe cea mai frumoasă iarbă, aceasta nu va fi pentru el un mediu favorabil. În schimb, apa mării ar fi un mediu nefavorabil pentru un iepure. Deci nu există mediu bun și mediu rău, este bun numai ceea ce ni se potrivește.

— *Putem deci formula ideea în felul următor : sarcina științei este să reabiliteze, să restabilească armonia funcțională dintre om și natură.*

— Aceasta este una din marile sarcini ale științei. Știința are multe sarcini în acest domeniu. Întreaga problemă a mediului înconjurător a fost pusă de știință. Concluzia : atenție, pericol ! Știința este și paznicul sănătății omului.

— *De fapt, tot ce s-a realizat pînă în prezent în domeniul protecției mediului înconjurător arată că situația nu se deteriorează în continuare... am putea spune chiar că se ameliorează într-o mică măsură.*

— Da, lucrurile s-au îmbunătățit totuși mult. Acum douăzeci de ani, pe cînd mă aflam în Belgia, ședeam o dată la o masă alături de un medic bătrîn, care mi-a spus că în tinerețea lui descrierea unui copil suna cam astfel : „este o mică vietate cu picioare strîmbe, puroi în urechi și ganglionii umflați", ceea ce înseamnă tuberculoză. Descrierea se referea nu la un copil bolnav, ci la un copil obișnuit. Faptul că astăzi lucrurile nu mai stau așa este un mare succes al științei, totuși încă ne aflăm de-abia la jumătatea drumului.

— *Aţi publicat foarte multe studii despre alimentaţie ca parte importantă a metabolismului. Una din cele mai importante părţi ale metabolismului este cunoscută sub numele de ciclul Szent Györgyi-Krebs. Oare metabolismul, această foarte importantă formă a relaţiei dintre om şi natură, se limitează doar la faptul că omul consumă nişte alimente, iar ulterior — să-mi fie cu iertare — le elimină? Este vorba oare numai despre acest aspect?*

— Însemnat este ce consumă omul şi cît consumă. Ţara în care trăiesc, America, este foarte bogată, dar alimentaţia oamenilor este încă atît de neraţională, încît nu-mi explic cum de reuşesc să supravieţuiască. De fapt, nici nu trăiesc mult, mor destul de timpuriu. Numărul cardiacilor la vîrsta de 40—50 ani este ridicat, aceasta fiind rezultatul unui mod de viaţă necorespunzător. În prezent, ştiinţa se ocupă foarte mult de această problemă.

— *Mă întreb dacă, în cadrul schimbului de substanţe dintre om şi natură, de exemplu în cursul alimentaţiei, natura nu exercită într-un sens un efect transformator asupra organismului uman?*

— Ba da, însă procesul este foarte lent. Într-un milion de ani am uitat cum să ne preparăm vitamina C. Transformările respective durează milioane de ani, ele se desfăşoară extrem de încet.

— *Deci în această privinţă ştiinţa a rămas de fapt în urma dezvoltării biologice a omenirii?*

— Dezvoltarea omenirii a rămas în urma ştiinţei.

— *Înţeleg şi mulţumesc pentru rectificare. Domnule profesor, la începutul convorbirii noastre aţi spus pe scurt că întîi aţi avut iepurele ca material experimental, apoi aţi trecut la bacterii, de la ele la molecule şi în continuare la electroni. Chiar şi pentru un om neavizat această abordare pare a avea la prima vedere un caracter deosebit, revoluţionar. În condiţiile în care o serie de probleme ale biologiei mo-*

leculare își mai așteaptă rezolvarea, de ce ați considerat necesar să coborîți sub nivelul molecular, deci să căutați soluția acestor probleme la nivel submolecular ?

— Marele șarm al vieții îl dau finețea și viteza fenomenelor vitale. De exemplu, creierul funcționează cu o viteză incredibilă, deoarece pentru executarea unei simple mișcări trebuie să colaboreze foarte mulți centri, centri cerebrali. Asemenea reacții fine, atît de rapide și ultrarapide, nu pot fi executate de molecule. Moleculele sînt destul de mari, bineînțeles pentru un chimist. Ele sînt niște unități mari, care se mișcă greu, și pentru ca să efectueze ceva au nevoie de un impuls, de un fel de energie de activare. Am sentimentul că aceste molecule mari nu pot crea marea finețe a vieții, pentru aceasta este nevoie de o particulă mult mai mică și mai mobilă care nu este alta decît electronul. Organismul uman ar putea fi comparat cu societatea umană, iar acel om de știință care ignoră electronii ar putea fi comparat cu un marțian care ar încerca să înțeleagă societatea umană fără să știe că există electricitate, telefon și unde electromagnetice. După cum societatea umană nu poate fi înțeleasă fără electricitate, nici organismul nu poate fi înțeles fără electroni. Știința încă nu a atins acest stadiu, știința s-a oprit la molecule, iar următorul mare pas va fi pătrunderea în universul electronilor.

— *Într-adevăr, pînă acum explicam mișcarea de fapt prin existența unui anumit impuls, organele noastre punîndu-se în mișcare sub influența impulsului, pe diferite căi complicate, indirecte, cu ajutorul nervilor, al traiectelor nervoase și al mușchilor. Aceasta este o explicație mai curînd fiziologică. Chimia găsește oare o altă explicație cu mijloacele sale actuale ?*

— Nu găsește altă explicație, dar știința a avut întotdeauna tendința, era să zic înclinația maladivă, de a dori să rezolve problemele noi și grele cu ajutorul cunoștințelor deja existente.

Îmi amintesc că pe vremea cînd eram student la medicină şi abia ştiam cîte ceva, puteam totuşi explica viaţa, mai bine-zis credeam că o puteam explica. Şi chimia moleculară de astăzi explică viaţa, dar am senzaţia că este o explicaţie cu totul nesatisfăcătoare, neputînd elucida procesele de mare fineţe şi rapiditate. Investigaţiile mele au scos la iveală dimensiunea electronică, în urma cărui fapt ne putem aştepta la o mare dezvoltare.

— *Acum dumneavoastră vorbiţi despre electroni. Molecula este o unitate. Atomul nu poate fi considerat şi el o unitate, întrucît există nucleul atomic şi în jurul său un nor de electroni ?*

— Şi atomul este o unitate, el se compune dintr-un nucleu şi un nor de electroni ; mulţi atomi împreună formează o moleculă, şi aceasta constituie o nouă unitate. Iar conform stadiului actual al biologiei, moleculele determină deja manifestările de viaţă.

— *În acest caz, însă, putem oare vorbi de fluxul liber al electronilor în cadrul organismului ?*

— Aceasta este esenţa întregii chestiuni. Rezultatul investigaţiilor mele este că electronii se pot mişca liber nu în întregul organism, ci pe anumite traiecte, ei neputîndu-se mişca singuri, ci doar dacă ajung pe un conductor ; şi electricitatea se propagă numai dacă există o substanţă conductoare. Aşa că una din marile probleme fundamentale la care poate mă voi referi mai pe larg mîine este dacă proteinele sînt sau nu conductori ?

— *Deci trebuie căutat şi găsit firul vieţii.*

— Aşa e, trebuie găsit undeva !

— *Iar acesta nu este neapărat DNA.*

— Nu, DNA nu este atît de fin şi de mobil.

— *E clar, aşadar aici se află de fapt deosebirea fundamentală dintre biologia moleculară şi cea submoleculară.*

— Da, chimia moleculară este valabilă, dar nu ajunge. Trebuie trecut la altă dimensiune, la alt nivel.

— *Permiteți-mi, domnule profesor, să pun o întrebare ce-i va supăra poate pe unii medici. S-ar putea ca întrebarea să fie cu totul neîntemeiată, dar dacă așa stau lucrurile precum spuneți dumneavoastră și în mod evident așa stau, atunci, de fapt nu cunoaștem în suficientă măsură mecanismele de acțiune ale organismului ?*

— Da, așa este.

— *Deci atunci cînd înghițim un medicament contra durerii de cap sau a crampelor abdominale, de fapt nu sîntem lămuriți decît într-o mică măsură sau deloc cu privire la mecanismul de acțiune al medicamentului. Mi-am amintit de insulină, al cărei mecanism de acțiune nu este cunoscut, totuși o folosim curent la provocarea de șocuri și în diabet. Ce aspecte comportă acest fapt, ca problemă de principiu ?*

— Vom înțelege acțiunea medicamentelor numai cînd vom înțelege esența întregii vieți. Atîta timp cît nu înțelegem întregul mecanism al vieții, nu putem înțelege nici acțiunea medicamentelor. Pînă acum știința s-a ocupat de simptomatologie, a descris simptomele. Dacă mă doare capul, iau o aspirină și îmi trece durerea, dar aceasta nu este o explicație.

— *Deci înlăturăm simptomul și nu cauza ?*

— Nu cunoaștem cauza, dar sîntem deja în măsură să înlăturăm simptomul. Putem descrie exact simptomul, iar medicina își întemeiază vindecarea pe felul în care se modifică simptomele ; adevărata explicație pe care astăzi încă nu o cunoaștem o va oferi chimia.

— *Dar nu chimia pe care noi o numim chimia clasică ?*

— Nu chimia clasică, ci următorul său mare capitol pe care-l numim chimia cuantică. Nu știm dacă electronii sînt particule sau unde, de fapt sînt și una și alta. Nu ne este clar ce sînt, însă un lucru știm, că sînt foarte mici și foarte mobili. După părerea mea, electronii explică finețea vieții.

— *Deci și în chimie trebuie să ne obișnuim cu ceea ce s-a întîmplat în fizică. Cîndva prin fizică înțelegeam în primul rînd mecanica, mai tîrziu și altceva, iar astăzi domenii cu totul diferite. La fel se va întîmpla și cu chimia ?*

— Da, exact așa se va întîmpla și cu chimia și cu biologia.

— *Domnule profesor, v-am obosit, dar vă mulțumim mult pentru convorbirea de astăzi... Dacă sînteți de acord, mîine vom discuta despre cercetările oncologice, despre problemele celulare legate de aceste cercetări precum și despre perioada de la Seghedin.*

— *Stimate domnule profesor, dacă v-ați odihnit după înregistrarea de ieri și oboseala întregului program, cu permisiunea dumneavoastră, vom continua.*

— La dispoziția dumneavoastră.

— *Articolele, comunicările dumneavoastră apărute în ultimul deceniu dovedesc că vă îndreptați interesul aproape exclusiv către problemele biologiei celulare. Și întrucît este general cunoscut că problemele fundamentale ale cercetării cancerului sînt organic legate de problemele fundamentale ale biologiei celulare, acestea prezintă un interes deosebit pentru noi. Cunoaștem doar și faptul că, în opoziție cu metodele, respectiv orientările tradiționale în domeniul cercetării oncologice, dumneavoastră ați ales o abordare într-un anumit sens opusă, oarecum inedită. Ne-ar place să ne vorbiți despre această problemă complexă, pe cît posibil pe înțelesul tuturor.*

— Cu mare plăcere. După cum v-am mai spus, de la începutul carierei mele m-a preocupat acea uimitoare sensibilitate și fineță cu care materia vie reacționează rapid la orice. În această privință știința recurge în prezent la o explicație moleculară. Moleculele de proteină care formează structura noastră sînt atît de mari — bineînțeles nu în termeni de toate zilele, ci pentru un chimist —, încît niciodată nu

am înțeles cum realizează asemenea reacții extraordinar de sensibile și fine. Soluția pe care am găsit-o este că purtătorii vieții nu sînt numai moleculele, ci și unități cu mult mai mici decît acestea, electronii. Aceștia sînt extraordinar, teribil de mici, de mii, de multe mii de ori mai mici decît o moleculă și foarte mobili. Eu am bănuit dintotdeauna că viața nu poate fi explicată fără electroni ; că electronii, prin marea lor mobilitate, participă în mod cert la procesele vitale.

Electronul se poate mișca numai dacă are un conductor. Încă cu treizeci de ani în urmă am emis teoria că proteinele sînt probabil conductori. Trebuie să explic pe scurt ce înseamnă conductor în cazul proteinei. În esență, proteina este un lung lanț atomic care poate într-adevăr lua forma unui ghem rotund, dar de fapt este un lung lanț atomic înconjurat de un nor de electroni. Conductibilitatea depinde de măsura în care electronii se pot mișca pe acest lanț — ceea ce este în funcție de numărul lor. Pe lanț încap doar un anumit număr de electroni. Dacă toate locurile sînt ocupate de electroni, lanțurile seamănă cu o cutie umplută pînă la refuz cu bile. Bilele nu se pot mișca. Pentru ca să existe mobilitate, trebuie scoase cîteva bile, atunci va fi loc pentru mișcare. Proteina și norul său de electroni sînt pline, toate locurile sînt ocupate, deci pentru ca ea să devină conductor, trebuie îndepărtați cîțiva electroni. Cînd am apărut cu teoria mea, întreaga lume științifică m-a atacat spunîndu-mi că vorbesc „aiurea", „că se vede de la o poștă că proteina nu este conductor". Într-adevăr, se vede că proteina este incoloră. Proteina este numită albumină tocmai pentru că este albă, adică nu are culoare. Și de cele mai multe ori conductorii pot fi recunoscuți după faptul că sînt colorați. Iar proteina — se spunea — nu are culoare. Într-adevăr, s-au izolat, s-au realizat în stare pură multe sute de proteine și nici una nu avea culoare. Astfel că eram singur cu teoria

mea şi de fapt n-aveam ce să răspund. Au urmat tot felul de discuţii amănunţite, din care eu întotdeauna ieşeam înfrînt. Dar eram atît de convins că proteinele sînt conductori, încît pentru mine nu exista nici un dubiu. Dar totul, întreaga ştiinţă pleda împotriva mea şi toată lumea rîdea de mine. În ultimii ani însă am găsit cheia enigmei, o soluţie extraordinar de simplă, la mintea unui copil. Căci în ştiinţă cele mai multe probleme care par a fi complicate sînt de fapt teribil de simple după ce le-am înţeles. Adevărata cercetare înseamnă să vezi ceea ce au văzut înainte mulţi, dar să-ţi vină ideea care nu i-a trecut încă nimănui prin minte.

Deci cheia enigmei este la mintea unui copil. Soluţia este pur şi simplu că marile manifestări de viaţă, tot ceea ce numim de fapt viaţă, faptul că gîndim, că ne mişcăm, că organismul nostru secretă, toate aceste fenomene mari ale vieţii reprezintă structuri. Structura înseamnă ceva închegat, din cauză că în cadrul său particulele sînt legate între ele. Creierul este o structură, ficatul este o structură, rinichiul este o structură. Toate sînt structuri. Aceste structuri care îndeplinesc marile funcţiuni sînt servite de un mare sistem de albumine, compus din albumine individuale, iar acestea nu formează structuri. Caracteristica lor esenţială este că nu formează structuri. De exemplu, în sînge există albumine ; dacă acestea formează o structură, sîngele se coagulează şi circulaţia sanguină se opreşte. Esenţa albuminei este că nu formează structuri, ceea ce înseamnă că nu este conductor, nu are electricitate. Ea este compusă din molecule mici, care sînt separate, nu funcţionează împreună, nu este nevoie de conducţie. Se întîmplă un lucru ciudat, şi anume este aproape imposibil să scoţi moleculele individuale din structură. În schimb, aceste molecule izolate există în unele lichide care pot fi găsite în orice cantitate ; este suficient să mă duc la abator, acolo găsesc o găleată de sînge, de fapt proteine. Cum au procedat chimiştii

proteinologi ? Au încercat să scoată proteine din structuri, nu au reuşit, atunci au recurs la proteine solubile, care nu sînt conductori, de exemplu la sînge. Chimiştii şi-au rezolvat dificultăţile extrăgînd aceste proteine solubile, care erau uşor de extras, iar structura au aruncat-o declarînd-o deşeu.

— *Deci au numit soluţie ceea ce a fost solubil.*

— Au numit soluţie ceea ce a fost solubil şi au uitat că aruncaseră la coş esenţialul. Eu am început să cercetez structurile şi am descoperit că sînt colorate, mai colorate decît faţa asta de masă. Sînt aproape negre.

— *De ce este colorată o asemenea proteină ?*

— Este colorată din cauză că este conductor. Conducţie înseamnă mobilitatea electronilor. Iar un asemenea electron mobil captează uşor lumina. Şi captînd anumite unde de lumină, se colorează.

— *Deci saturaţia dă caracteristica de alb, iar acolo unde electronii au posibilitatea de mişcare, proteina este colorată ?*

— Unde sînt mobili, electronii captează lumina, aşa că rezolvarea este foarte simplă şi m-a condus dintr-odată la problema cancerului. În ce mod ? Analizînd structura cancerului, am văzut că este complet incoloră, ca hîrtia, deci cancerului îi lipseşte ceva care asigură conductibilitatea. Îi lipseşte acel ceva care îndepărtează electronii conferind conductibilitate şi culoare. Cancerului îi lipseşte acel aspect, nu este capabil să-l producă.

Acest lucru poate fi verificat luînd substanţe colorante, şi adăugîndu-le proteinelor de cancer care se vor colora precum ficatul, brun roşcat. De aici vom porni în principiu la vindecarea maladiei canceroase. În ţesutul canceros trebuie introduse acele substanţe care îi lipsesc. Acelea care fac din proteina canceroasă un conductor colorat, mai precis nu numai un conductor, ci şi o structură. Structura înseamnă legătura dintre molecule. Unul din pericolele

cancerului constă tocmai în faptul că nu formează o structură, dar face metastaze. Cancerul se extinde tocmai pentru că îi lipseşte coeziunea. Celulele canceroase trec în sînge şi acolo unde ajung creează noi focare. Această concepţie deschide în principiu calea lecuirii cancerului. Laboratorul meu lucrează la prepararea în stare pură a acestor substanţe şi, dacă vom reuşi, cancerul îşi va găsi un remediu. Avem date experimentale serioase indicînd că aceste substanţe sînt într-adevăr capabile să vindece. Mai mult, ele pot să şi prevină cancerul dacă le introducem din timp în organism. Problema s-a simplificat extraordinar de mult. Întîi trebuie să coborîm pînă la bază, să o înţelegem, după care totul devine extrem de simplu.

— *Adevărul este simplu, numai calea spre el este uneori lungă şi sinuoasă. Dar dacă-mi permiteţi, domnule profesor, mă voi întoarce la biologia celulară : este cunoscut fenomenul, dealtfel obişnuit, potrivit căruia dacă cineva se taie la deget, ţesuturile cresc, se apropie unele de altele, se produce ceea ce se numeşte o cicatrice. Care este cauza faptului că cicatrizarea se opreşte cînd porţiunile de ţesut se întîlnesc ?*

— De fapt lucrul acesta a constituit punctul de pornire al cercetărilor mele, simpla observaţie că în cazul unei răniri celulele încep să se dividă pentru a acoperi rana, după care totul se opreşte brusc. Din această simplă constatare rezultă trei lucruri foarte importante. În primul rînd, că există un comutator care declanşează înmulţirea. Apoi, că există un comutator care opreşte această înmulţire şi, încă ceva foarte important, că celulele dispun de o colosală tendinţă de înmulţire. Prin faptul că se produce o leziune, o rană, nu înseamnă că a apărut o nouă însuşire. Această însuşire există în fiecare celulă. Deci întrebarea cea mare nu este de ce creşte ţesutul canceros. Întrebarea astfel pusă a dus pe un făgaş greşit cercetările

oncologice de pînă acum. Nu aceasta este problema. Problema este de ce aceste celule rămîn liniştite pînă cînd omul se taie la deget ?

— *Adică ce declanşează înmulţirea celulelor?*

— De ce nu se înmulţesc dacă nu te tai la deget ? Bineînţeles, în calitate de chimist, m-am gîndit că îndărătul acestor două comutatoare trebuie să existe două substanţe una care opreşte sau reţine înmulţirea şi pe care am numit-o *retină* (de la latinescul *retinere).* Iar alta, care declanşează înmulţirea şi pe care am numit-o *promină* (de la latinescul *promoto).* Toate acestea sînt nespus de simple. Dar de ce nu se opreşte proliferarea ? Pentru că ţesutului canceros îi lipseşte o substanţă care leagă moleculele într-o structură. Atîta vreme cît avem o structură, atîta vreme cît ea este solidă, celula nu se poate divide, întrucît substanţa solidă nu se divide. Declanşarea diviziunii celulare trebuie să fie precedată de scindarea substanţei care uneşte moleculele într-o structură. Cu alte cuvinte, înainte de declanşarea diviziunii celulare trebuie să fie mai întîi distrusă *retina.* Iată explicaţia.

— *Înmulţirea celulelor este un proces natural permanent în organism ?*

— Firește. Cînd cineva se taie la un deget, se produce o dezordine la nivelul celular, o dezorganizare, şi enzimele înghit *retina.* Bine fac, deoarece în acest caz celulele se pot înmulţi. Dacă tăiem un ţesut normal, el se va cicatriza, totul va reveni la normal şi ţesutul se va reface. Ţesutul canceros nu poate produce *retină.* Acolo dezordinea se va menţine, înmulţirea celulelor nu se va opri.

— *Domnule profesor, pe cît ştiu proporţia dintre* promină *şi* retină *nu este uniformă în toate organismele. Există organisme şi, dacă am reţinut bine, este vorba despre ciuperca* poliporacee, *despre iască, la care* retina, *deci substanţa inhibatoare, echilibrează* promina *într-o proporţie cu mult mai mare decît în organismul uman sau animal.*

— Aşa este.

— *Care poate fi cauza ?*

— Cauza e foarte simplă. Reglarea nu este posibilă decît cu ajutorul a doi factori opuşi. Un singur factor nu este suficient pentru reglare. De exemplu, circulaţia stradală nu poate fi reglementată numai cu lumina verde sau numai cu lumina roşie. Trebuie să existe şi lumină verde şi lumină roşie. Pentru reglare este nevoie întotdeauna de doi termeni opuşi. De aceea, relaţia reciprocă dintre *retină* şi *promină* decide dacă va avea loc sau nu mişcarea, înmulţirea. Pentru ca înmulţirea să aibă loc, trebuie să existe diferite tendinţe de reacţie, în funcţie de condiţiile diferite de viaţă. În caz de pericol, unele ţesuturi trebuie să crească repede, altele încet sau deloc. Deci în natură aceste reacţii în cadrul diverselor ţesuturi sau specii de animale se reglează, respectiv se realizează controlul relaţiei între cele două substanţe.

— *Concret, de ce este atît de mare proporţia de* retină *în raport cu* promina *la* poliporacee *sau iască ?*

— Nu cunosc această ciupercă, dar presupun că trebuie să crească încet din cauza condiţiilor sale de viaţă ; dacă ar creşte repede, ar pieri dintr-o cauză oarecare. Un asemenea gen de iască creşte timp de decenii, probabil pentru că îşi alcătuieşte structura foarte încet. După cum am spus, nu o cunosc, dar condiţiile sale de viaţă sînt probabil de aşa natură încît, dacă ar creşte repede, ar fi în pericol.

— *Ar fi oare posibil ca condiţiile cancerigene în care creşte această ciupercă să fie mai puternice decît media ?*

— Ar fi posibil. Există multe posibilităţi care ar trebui studiate separat pentru ca să putem spune ceva concret.

— *Domnule profesor, se vorbeşte foarte mult că îmbrăcămintea din material sintetic, folosirea nailonului ar face să crească considerabil numărul cazurilor de cancer al pielii, se*

vorbește despre efectul nociv al țigării sau al benzpirenului ; oare acestea acționează împiedecînd funcționarea retinei *sau fixînd-o ?*

— Nu, semnele indică existența unei *retine,* iar *promina* nu este altceva decît o enzimă care înghite, înlătură *retina.* Această facultate a celulei de a se înmulți declanșează proliferarea. Desigur, celulele în repaus trebuie să fie separate, altfel *promina* ar înghiți încontinuu *retina.* Adică în celulă acestea sînt separate. Atunci cînd cineva se taie la deget, provoacă o tulburare, *promina* și *retina* se întîlnesc, prima o distruge pe a doua. Aceasta este explicația, și este simplă.

— *Dar semnele arată că, fiind vorba de electroni, mecanica cuantică are un rol însemnat în rezolvarea problemei ?*

— Da, *retina* este substanța care conferă conductibilitate proteinei. Atunci cînd *promina* devorează *retina,* proteina încetează a mai fi conductor de electricitate, deci în acest moment intră în joc electronii, mecanica cuantică și toate celelalte.

— *Deci fîntîna e foarte adîncă.*

— E foarte adîncă, dar nu e fără fund.

— *Din ceea ce ați relatat reiese foarte clar cît de hotărîtor este pentru gîndirea științifică modul cum abordăm problema. Nu de mult am dat de o carte de popularizare a științei, apărută în 1940, a cărei prefață este scrisă de dumneavoastră. Acolo se află o frază devenită între timp maximă : „Natura răspunde inteligent la întrebările inteligent puse". Cum trebuie interpretată gnoseologic această frază ?*

— Există o zicală ungurească foarte simplă „Nici în ceruri nu găsești răspuns la o întrebare prostească". Acesta este de fapt răspunsul. Dacă, de exemplu, întreb natura de ce este fierul din lemn, ce să răspundă ? Răspunde și ea ceva. Dacă am pune în funcțiune un computer, acesta ar da la o asemenea întrebare un răspuns oarecare, un răspuns prostesc, lipsit de sens. Dacă întreb de ce doi ori doi fac cinci,

nu există răspuns. Dacă întreb cît fac doi ori doi, natura răspunde. Adică la o întrebare inteligentă, răspunde inteligent. Dar la o întrebare lipsită de sens nu poate răspunde sau spune ceva de felul : „Na-ţi-o frîntă, că ţi-am dres-o".

— *Să înţelegem deci că natura dă răspunsuri obiective.*

— Exact, dă răspunsuri obiective. Natura este un sistem clar unde există numai răspunsuri clare. Doi ori doi fac patru.

— *Deci adevărul se află în natură, iar erorile provin din întrebările greşit concepute.*

— Da, aşa este.

— *Dumneavoastră, cînd aţi ajuns la Seghedin, eraţi deja un om umblat prin lume, trecuseraţi prin multe institute, universităţi şi toţi oamenii ştiau că sînteţi un profesor „ieşit din comun". Şi ca profesor, şi ca cercetător, manifestaţi o atitudine ieşită din comun. După părerea dumneavoastră, ce caracter trebuie să aibă învăţămîntul, universitatea, pentru a corespunde cerinţelor epocii ?*

— Încă din copilărie, pe baza propriilor mele experienţe şcolare, apoi umblînd prin întreaga lume, mi-am dat seama că tot învăţămîntul este pătruns de o mare eroare. O imensă eroare. Se crede că menirea cărţilor este ca tot ce conţin ele să fie îndesat în mintea omului. După părerea mea, mintea este făcută pentru gîndire. Iar cartea este făcută tocmai pentru a nu fi nevoie să păstrăm totul în minte, fiind cu mult mai simplu de păstrat cartea în bibliotecă. Mintea poate fi folosită pentru treburi mult mai valoroase, cum e gîndirea. Dar dacă îţi tixeşti mintea cu pleavă, adică cu tot felul de date inutile, ea nu va putea funcţiona. Recent, cineva mi-a trimis o carte în care se dau sfaturi părinteşti despre felul cum trebuie să se pregătească tinerii pentru profesiunea de cercetător. În ea se spune : „mai întîi închide-te patru luni într-o bibliotecă". E cea mai mare nerozie pe care am auzit-o vreodată. Chiar dacă, după cele

patru luni, începătorul respectiv iese viu din bibliotecă, nu mai este bun de nimic. După părerea mea, creierul este făcut pentru gîndire, dar nu numai pentru gîndire ; noi trebuie să şi savurăm, să contemplăm splendorile vieţii spirituale, bucuriile sale. Ştiinţele trebuie trăite.

Eu trăiesc experimentele mele. Shakespeare nu trebuie învăţat, ci trăit. Şi Arany János trebuie trăit. Nici muzica nu trebuie învăţată, ci pătrunsă. Trebuie să te laşi pătruns, să te laşi captivat de ştiinţă, aceasta înseamnă s-o iubeşti cu adevărat. În liceu, m-au făcut să-mi fie scîrbă de literatură, m-au făcut să-mi fie scîrbă de toate materiile. În loc să mă fi învăţat să văd frumuseţea literaturii şi a creaţiei spirituale, mi-au împuiat capul numai cu date. Prin acest sistem de învăţămînt, spiritul uman este gata anchilozat şi i se aduc prejudicii teribile. Cantitatea mare de pleavă cu care îţi este îmbîcsită mintea dispare oricum, o uiţi, şi din ea nu rămîne nimic. Ceea ce rămîne este dragostea de ştiinţă, de artă, de frumos. Numai calităţile individuale, dorinţa de a rezolva problemele, de a acţiona prezintă importanţă. Acesta a fost principiul călăuzitor în activitatea mea didactică, iar atunci cînd am fost rector la Seghedin — numai un an — am încercat să modific şi învăţămîntul, dar fără mare succes, din cauza mentalităţii învechite care era atît de adînc înrădăcinată în oameni, încît era prea greu să virezi dintr-o dată în altă direcţie.

— *Deci pregătirea cercetătorilor trebuie să dezvolte în primul rînd înclinaţia spre descoperiri.*

— Întîi trebuie să creeze o sete spirituală. Setea spirituală este foarte importantă şi ţine toată viaţa. Căci dacă, după absolvirea universităţii, termini cu învăţatul, uiţi oricum totul. Ceea ce durează este setea spirituală. Ca urmare, continuu să-mi alimentez creierul cu cunoştinţe şi probleme. În ceea ce mă priveşte,

m-am străduit să cunosc întreaga biologie, de aceea de multe ori am schimbat direcţia am pornit de la anatomie şi am acostat la ţărmul mecanicii cuantice. La fiecare schimbare de direcţie, în loc să iau mai întîi în mînă o carte, intram direct în laborator. Inventam o teorie cu totul stupidă şi încercam s-o dovedesc sau s-o contest. De îndată ce mă familiarizam cu materialul, intram în bibliotecă, care de-abia acum prezenta interes, deoarece aveam unde să-mi aşez datele, umplînd marile goluri existente în cunoştinţele mele. Dacă aş fi fost trimis mai întîi în bibliotecă, n-aş mai fi ieşit viu de acolo sau nu m-aş fi reîntors niciodată.

— *Fiindcă veni vorba despre concepţii bizare, şi Bohr spunea : „Asta pare a fi o nebunie destul de mare pentru a fi verosimilă“.*

— Da, aşa este. Îmi amintesc de o dispută între Bohr şi Pauli, pe atunci cei mai străluciţi oameni de ştiinţă. Disputa, desfăşurată la New York, deşi foarte aprinsă, a fost întotdeauna amicală. Cînd Pauli a întrebat : „Dumneata crezi că sînt nebun ?“ Bohr a răspuns „Mă tem că nu eşti suficient de nebun“. Acesta era răspunsul. Pentru ca omul să vadă ceva cu totul nou, trebuie să gîndească cu totul altfel decît ceilalţi. Iar dacă omul gîndeşte altfel decît ceilalţi, este considerat nebun.

— *Desigur, în acest caz* nebun *înseamnă supranormal.*

— Este supranormal cel ce poate vedea un lucru dintr-un unghi nou, şi nu aşa cum îl vede toată lumea. Cred că Shaw a fost cel care a spus : „Ceea ce crede toată lumea este, probabil, greşit, adică probabil nu este aşa“. De îndată ce un om nu este ca ceilalţi, se spune că este nebun. Adică anormal. Un om normal este cel care nu se deosebeşte de ceilalţi.

— *Esenţial este că aceşti* nebuni *fac să progreseze lumea.*

— Aceştia fac să progreseze lumea şi desigur întotdeauna întîmpină o mare, o imensă

rezistență. Eu am făcut trei mari descoperiri în viața mea, una a trecut neobservată, acesta este cazul optim, dar pe celelalte două toată lumea le-a atacat și le-a contestat. Și au trecut ani pînă a reieșit că am dreptate, că așa este cum afirm eu, acestea fiind adevăruri fundamentale.

— *Dealtfel și istoria filozofiei dovedește că scepticii au stimulat dezvoltarea filozofiei tocmai prin îndoielile lor.*

— Da, da.

— *Proștii au întărit întotdeauna convingerea oamenilor de știință că trebuie să dovedească și mai energic chiar lucruri depășite.*

— Da. În ceea ce mă privește, dacă afirm ceva nou și sînt contestat, îmi zic : „Splendid, se pare că e ceva nou". Dar dacă lucrurile sînt acceptate, atunci mi se pare că îmbătrînesc și nu mai pot aduce nimic nou.

— *Cu ani în urmă am dat peste o broșură în Biblioteca „Szabó Ervin", intitulată* Caietele de popularizare ale Asociației Teatrale Universitare. *Întîmplător fusese editată cu ocazia celei de-a doua aniversări a premierei de la Seghedin a piesei* Hamlet. *Broșura, editată de Imre Paku, era prefațată de președintele Asociației, rectorul Albert Szent-Györgyi. În legătură cu această broșură am păstrat o amintire teribilă. Tînărul acela genial care a regizat piesa, István Horváth jr., s-a sinucis după premieră, împreună cu actrița care juca rolul Gertrudei. Iată fotografia lor, poate domnul profesor își amintește de ei.*

— Îmi amintesc chiar foarte bine.

— *Acest caz mi se pare semnificativ pentru starea de spirit existentă în 1933 în toată Europa, din păcate inclusiv în Ungaria. Este vorba de influența mondială a fascismului. Știu, domnule profesor, că este greu de răspuns la această întrebare. Dar cum a reacționat intelectualitatea ungară la înaintarea din ce în ce mai puternică a fascismului, la presiunea exercitată și asupra Ungariei ?*

— Ca rector, m-am străduit ca la Universitate literatura și artele să nu fie numai predate, ci și trăite. Astfel, primul lucru de care m-am ocupat a fost crearea unei asociații de teatru, arta teatrală constituind o parte foarte însemnată a culturii umane. Și *Hamlet* de Shakespeare trebuie trăit și acest lucru îl poți realiza cel mai bine jucînd întreaga piesă. Spre norocul meu, printre studenți se afla un băiat într-adevăr genial, Pista Horváth, pasionat de regie; frecventase în Anglia, la Stratford, școala Shakespeare și era un excelent specialist. De tînăr era deja genial și el a regizat piesa. A regizat-o atît de remarcabil, încît la invitația Teatrului Național de la Budapesta am jucat piesa și în capitală, trebuind să mai dăm trei spectacole, cu tot nivelul foarte ridicat al teatrelor budapestane. Din păcate, activitatea mea deja era prinsă între ciocan și nicovală, între fascism și „vechea și buna tradiție ungurească". Eu mai am un principiu, o concepție, și anume că viața nu trebuie numai trăită, ea trebuie și savurată, și că poți lucra bine numai dacă te pricepi și să petreci bine. Dacă te poți înviora. Dacă nu faci toată ziua nimic altceva decît să muncești și nu te poți înviora ca lumea, nu poți nici munci ca lumea. De aceea, m-am străduit în primul rînd să fac viața studenților mai colorată. Am organizat un club, unde te puteai așeza ca în barurile de noapte, pe niște scaune înalte. Acestea dădeau farmec clubului și nimeni încă nu s-a ruinat moralicește dacă s-a așezat pe un asemenea scaun. Bineînțeles, imediat am devenit ținta unor teribile atacuri și într-o bună zi întreaga studențime de la facultatea de drept a venit la expunerea mea ca să mă ciomăgească pe loc.

— *În această treabă erau evident amestecați și instigatorii fasciști?*

— Da. Era deja o acțiune de inspirație evident fascistă.

— *Dar savanții, profesorii universitari? Domnule profesor, să nu mă înțelegeți greșit, nu cer nume. Dar aș vrea să știu ce comportare au avut în general, cum au reacționat ei, știut fiind că fascismul a însemnat o primejdie pentru știința, arta, existența umană în general? Și-au dat seama de acest lucru?*

— Da. În general savanții erau împotriva fascismului. Ici, colo se mai găsea și printre oamenii de știință cîte unul care apucase pe un drum greșit, care acceptase principiile fasciste, dar marea lor majoritate, slavă domnului, a fost întotdeauna împotriva fascismului. Din păcate, cele două personaje principale ale *Hamlet*-ului meu au căzut și ele victimă marelui conflict, întrucît Pista Horváth și Kati Tóth, care interpreta rolul reginei, al Gertrudei, s-au îndrăgostit foarte tare unul de celălalt. Pista Horváth era evreu de origine, iar părinții lui Kati Tóth erau fasciști foarte șovini și în nici un chip n-au vrut să-și dea acordul pentru căsătorie. Pista Horváth avea sentimentul că situația îl va zdrobi și cei doi tineri au ales moartea ca unică soluție. De multe ori am regretat că cei doi nu au venit să-mi destăinuiască necazul lor, aș fi găsit eu o altă soluție.

— *În felul acesta* Hamlet *a avut un final asemănător piesei* Romeo și Julieta.

— Din păcate, da. Cazul m-a mîhnit teribil, căci dacă Pista Horváth ar fi trăit, și astăzi ar fi fost o stea strălucitoare.

— *Domnule profesor, să revenim la problema intelectualității ungare. Aceasta în parte a avut o atitudine rezervată față de fascism, în parte l-a respins. Au existat însă și unii care s-au ploconit în fața fascismului. Dar au existat oare, mai bine-zis a existat un număr suficient de intelectuali care să-i fi opus o rezistență activă?*

— Da.

— *Vă întreb întrucît, după cîte ştim, şi dumneavoastră aţi făcut parte dintre cei care s-au manifestat activ.*

— Aşa este. Am iniţiat o organizaţie mai mare, o organizaţie antifascistă, la care s-au alăturat toţi cei pe care îi ştiam oameni cumsecade. S-au alăturat bucuros şi în număr mare, deşi pe atunci era foarte periculos să faci parte dintr-o asemenea organizaţie. Era o organizaţie serioasă.

Cuprins

Prefaţa de dr. *Attlia Szabó* 5
Notă asupra ediţiei 15

I. CERCETĂRI ŞI DESCOPERIRI

Bazele oxidării biologice 21
Despre vitamina C 25
Vitamina P 30
Sănătatea, boala şi vitaminele 37
Structura chimică a muşchiului 44
De ce biologie submoleculară ? Cum se pune problema 63
Circuitul energetic al vieţii 70
Mobilitatea energiei E* şi organizarea . . . 80
Sisteme conjugate, π—electroni şi treceri n,π 80
Oscilatori cuplaţi 81
Cuplajul electromagnetic 82
Benzi energetice, „teoria continuităţii“ . . 85
Observaţii diverse 89
Narcoza 89
Timusul 91
Despre mecanismul de acţiune al medicamentelor 98
Acidul ascorbic 105
Cancerul 117

II. BIOLOGIA ŞI ÎNVĂŢĂMÎNTUL

Pe vremea cînd eram student la medicină... . 125
Învăţămîntul şi lărgirea continuă a cunoştinţelor 128
Despre esenţa vieţii 135
Despre caracterul vieţii 142
Despre creativitatea ştiinţifică 145

III. RESPONSABILITATEA OMULUI DE ŞTIINŢĂ

Cuvînt înainte la volumul „Maimuţa smintită“ . 151
Aşa se pune problema 152
Omul şi natura 154
Creierul şi mintea 160

Observații despre educație 163
Dualitatea eticii 167
Biologia armatelor 171
Viața împotriva morții 174
Gerontocrația 178
Necesitatea sexuală 182
Prăpastia dintre generații 185
Știința și societatea 192
Natura omului și natura războiului 197
Cele trei căi spre sinucidere 202
Dualitatea soluțiilor 207
Despre instituții 210
Scopuri și priorități 215

IV. RETROSPECTIVĂ AUTOBIOGRAFICĂ

Convorbire cu Albert Szent-Györgyi 221

Redactor : IULIA GIROVEANU
Tehnoredactor : FLORICA PĂSLARU

Format 24/60×96. Coli editură 10,84. Coli tipar 10,50
Bun de tipar 22 octombrie 1981. Apărut — noiembrie 1981

Comanda nr. 9 216/10 208
Combinatul poligrafic „Casa Scînteii",
Piața Scînteii nr. 1,
București, Republica Socialistă România

(Continuare de pe ultima pagină a copertei)

H. Marcuse: Scrieri filozofice
N.P. Dubinin: Mișcarea eternă
* * * Problemele păcii și ale războiului în condițiile revoluției științifice și tehnice. Necesitatea istorică a dezarmării
W. Heisenberg: Pași peste granițe
Coordonator **Jan Tinbergen:** Restructurarea ordinii internaționale
C. Lévy-Strauss: Antropologia structurală
* * * Corelația dintre infrastructura, structura și suprastructura societății socialiste din România în condițiile revoluției științifice și tehnice
N. Georgescu-Roegen: Legea entropiei și procesul economic
A. Toynbee: Orașele în mișcare
B.G. Kuznețov: Rațiune și ființare
E. Schrödinger: Ce este viața? • Spirit și materie
B. Commoner: Cercul care se închide (Natura, Omul și Tehnica)
G. Prestipino: Natură și societate
Louis de Broglie: Certitudinile și incertitudinile științei
* * * Procese revoluționare în știință și tehnică și dezvoltarea societății
* * * Știința și contemporaneitatea
* * * Catastrofă sau o nouă societate?
P.L. Kapița: Experiment, teorie, practică
J.W. Botkin, M. Elmandjra, M. Malița: Orizontul fără limite al învățării (Lichidarea decalajului uman)
I. Olteanu: Limitele progresului și progresele limitelor
* * * Revoluțiile industriale în istoria societății
L. Grünberg: Opțiuni filozofice contemporane

ÎN COLECȚIA «IDEI CONTEMPORANE»
AU APĂRUT:

* * * Știință și sinteză — Colocviu UNESCO
R. Garaudy: Marxismul secolului XX
G.N. Volkov: Sociologia științei
L. Althusser: Citindu-l pe Marx
V. Roman: Revoluția științifică și tehnică. Eseuri
R. Richta și colectiv: Civilizația la răscruce
M. Dufrenne: Pentru om
L. Goldmann: Sociologia literaturii
P.V. Kopnin: Bazele logice ale științei
I. Nikolov: Cibernetica și economia
N. Wiener: Sînt matematician
N.N. Constantinescu: Problema contradicției în economia socialistă
I. Hermann: Kitsch-ul, fenomen al pseudoartei
A. Pelletier, J.J. Goblot: Materialismul istoric și istoria civilizațiilor
A. Toffler: Șocul viitorului
R. Florian: Reflecții asupra filozofiei marxiste
* * * Mutații contemporane în știință și tehnică și implicațiile lor
* * * Știință, filozofie, ideologie
M. Drăgănescu: Muncă și economie
* * * Revoluția științifică-tehnică și progresul
L. Sève: Marxismul și teoria personalității
G. Lukács: Ontologia existenței sociale
* * * Revoluția socialistă și revoluția științifică-tehnică
M. McLuhan: Galaxia Gutenberg
M. Mesarović, E. Pestel: Omenirea la răspîntie
C. Wright Mills: Imaginația sociologică
T. Kotarbinski: Tratat despre lucrul bine făcut
* * * Revoluția științifică-tehnică și modernizarea forțelor de producție
M. Drăgănescu: Sistem și civilizație
E. Bonnefous: Omul sau natura?
C.I. Gulian: Marxism și structuralism
N.N. Constantinescu: Economia protecției mediului natural
I.T. Frolov: Progresul științei și viitorul omului

(Continuare pe contrapagină)

EDITURA POLITICĂ

Lei 11